*Postverlagsort Würzburg 2*

# DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON

**ERICH v. HOLST**

HERAUSGEGEBEN VON

**ERNST LAMLA**

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

**41. JAHRGANG** **HEFT 7 (ERSTES APRILHEFT)** **1954**

## INHALT:

Seite

**AUFSÄTZE.**

25 Jahre mineralogische Forschung in den Instituten von Rostock und Göttingen. Von W. v. ENGELHARDT . . . . 149

**BERICHTE.**

Betrachtungen über die Eignung radioaktiver atomtechnischer Aerosole als Markierungsmittel bei Arbeiten auf dem Gebiete der meteorologischen Strömungsforschung. Von W. HERBST, R. NEUWIRTH und K. PHILIPP . . . . . 156

**KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.**

Über eine ungewöhnliche Verdopplung von Spektrallinien. Von J. JUNKES S. J. und E. W. SALPETER S. J. . . . . 160

Vergleich zwischen Lumineszenz und Exoelektronenemission. Von J. KRAMER . . . . . 160

Kapazitätsmessungen an legierten Germanium-Indium-Gleichrichtern. Von H.-L. RATH . . . . . 161

Sperrende Kontakte wischen Germanium und aufgedampften Metallen. Von H.-U. HARTEN . . . . . 162

Volumenänderungen in der Diffusionszone von Oxydsystemen. Von W. A. FISCHER und A. HOFFMANN . . . . . 162

Phenylation at the —CHO group of aliphatic aldehydes with phenylhydrazine. Von V. BOLCATO . . . . . 163

A New Method of Estimation of Radioactive Iodine in Different Fractions of Hydrolyzed Thyroid. Von K. P. CHAKRABORTY 163

Papierchromatographische Untersuchungen an E. coli aus verschiedenen Nährsubstraten. Von W. KELLNER und H. MARTIN . . . . . 164

Papierelektrophoretische Untersuchungen an Nukleinsäuren. Von N. SCHÜMMELFEDER und W. HEYER . . . . . 164

Zur Perchlorsäureextraktion von Ribosenucleotiden. Von F. FRANZ, I. v. WERDER und J. MEYER-ARENDT . . . . . 165

Zur Bestimmung der Nucleinsäuren im Blut und in der weißen Hirnsubstanz. Von R. LINDIGKEIT und S. RAPOPORT. . . 165

Freisetzung von Inosit in Stoffwechselversuchen mit Gehirngeweben. Von H. HERKEN und D. MAIBAUER . . . . . 166

Chemische Ausschaltung der A-Zellen der LANGERHANSschen Inseln. Von C. v. HOLT, L. v. HOLT, B. KRÖNER und J. KÜHNAU . . . . . 166

Die Gewebsanalyse nach dem linearen Meßverfahren. Von E. SCHUCHARDT . . . . . 167

Myotropic variation in Columbia SK virus. Von T. KUWATA, H. ITO und Y. MATSUMOTO . . . . . 167

Über die Speicherung radioaktiven Eisens in den Mitochondrien der Rattenleber. Von G. HÖHNE und H. A. KÜNKEL . . . 168

Über die Eiweißqualität einzelliger Grünalgen und ihre Beziehung zur alimentären Lebernekrose der Ratte. Ein Beitrag zur mikrobiellen Eiweiß- und Fettsynthese. (XI. Mitteilung.) Von H. FINK, I. SCHLIE und E. HEROLD . . . . 169

Zur Kenntnis der Resistenz von Solanum tuberosum gegen Phytophthora infestans de By. Von W. H. FUCHS und E. KOTTE . . . . . 169

Protonemablätter bei dem Laubmoos *Orthodontium germanicum*. Von D. E. MEYER . . . . . 170

Experimentelle Eliminierung der Symbionten aus den Myzetomen des Getreidekapuziners, Rhizopertha dominica F. Von A. HUGER . . . . . 170

Experimentelle Erzeugung einer „Neurose" bei der Honigbiene. Von E. FLOREY . . . . . 171

Über die Wirkung eines homogenen Duftfeldes auf optische Wahlen von *Drosophila hydei*. Von G. STEINER und R. WETTE . . . . . 172

Über die Häufigkeit der Rhesusfaktoren C, c, D, E und e in Berlin und Mitteldeutschland. Von H. J. PETTENKOFER und G. E. VOIGT . . . . . 172

Berichtigung . . . . . 172

**Einschlußverbindungen.** Von Dr. **Friedrich Cramer,** Dozent am Chemischen Institut der Universität Heidelberg. Mit 47 Textabbildungen. V, 115 Seiten 8°. 1954. DM 14.80

Inhaltsübersicht: Einleitung: Die chemische Bindung. — **Allgemeines über Einschlußverbindungen:** Definition. Vorkommen. Methodisches. Molverhältnisse. Bindungsenergien. — **Die einzelnen Einschlußverbindungen:** Gittereinschlußverbindungen (Harnstoff. Thioharnstoff. Choleinsäuren. 4,4'-Dinitrodiphenyl. Hydrochinonclathrate. Gashydrate. 2'-Oxyflavane. Tri-o-thymotid. Dicyano ammin-benzol-nickel. Basische Zinksalze saurer organischer Farbstoffe). Molekülleinschlußverbindungen (Cyclodextrine). Inklusionsverbindungen makromolekularer Stoffe (Tonmineralsorbate, Graphit. Cellulose. Stärke. Proteine). — **Die blaue Jodreaktion:** Jodverbindungen der Cyclodextrine. Jodverbindung der Stärke. Niedermolekulare Jod-Einschlußverbindungen. — **Trennung von optischen Antipoden:** Cyclodextrine. Harnstoff. Tri-o-thymotid. — **Einschlußverbindungen in Lösung.** — **Energetische Verhältnisse in Einschlußhohlräumen.** — **Katalyse durch Einschlußverbindungen:** Negative Katalyse. Positive Katalyse. Einschlußverbindungen als Fermentmodelle. — **Wann kann es zur Bildung von Einschlußverbindungen kommen?** — Literatur. — Sachverzeichnis.

Organische Einschlußverbindungen sind eine besondere Art von Molekülverbindungen, deren Entstehung an ganz bestimmte Voraussetzungen hinsichtlich der räumlichen Struktur der beteiligten Komponenten gebunden ist. Vertreter dieses Typus sind erst seit wenigen Jahren, aber mit wachsendem Interesse studiert worden. Sie sind nicht nur für die theoretische organische Chemie bedeutsam, z.B. für die Stereochemie und für die Frage der Bindungskräfte, sondern es zeichnen sich auch bereits praktische Anwendungsmöglichkeiten ab, z.B. in der analytischen Chemie. Diese erste selbständige Monographie über das neue Gebiet ist im wesentlichen vom Standpunkt des präparativen Organikers geschrieben, wendet sich aber an einen größeren Kreis von Chemikern, Physikochemikern und Biochemikern, die alle durch wesentliche Anregungen bereichert werden dürften.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

## DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein*, *V. Meyer*, *B. Schwalbe*, *W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.



Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.



**Vertriebs-Vertretung im Ausland:**
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N.W. 1

**Springer-Verlag**
Berlin . Göttingen . Heidelberg


## Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Maniskripten sowie über deren Aufnahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

## Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.


**Das Glas im chemischen Laboratorium.** Von Dr.-Ing. **Fritz Friedrichs.**

Zweite, verbesserte Auflage. Mit 175 Abbildungen. VIII, 144 Seiten Gr.-8°. 1954. Ganzleinen DM 16.50.

Inhaltsübersicht: I. Allgemeine Technologie der Glasverarbeitung. — II. Spezielle Technologie der Fertigung von Laboratoriumsgeräten. — III. Glasapparatekunde. — Namen- und Sachverzeichnis.

In diesem Buche faßt der Verfasser seine in vierzigjähriger Tätigkeit in der Glasverarbeitung gewonnenen Erfahrung zusammen, um so zu Verbesserungen der Laboratoriumsgeräte aus Glas beizutragen.

Das Buch bringt im 1. Teil die allgemeine Technologie der Glasverarbeitung bis zur Normung der chemischen Laboratoriumsgeräte, die Anschlußmaße, den Normschliff und die Einheitsschliffsysteme. Der 2. Teil behandelt die Arbeitsmethoden bei der Herstellung von Laboratoriumsgeräten. Der 3. Teil bringt als Apparatekunde eine Übersicht über die in chemischen Laboratorien verwendeten Glasgeräte.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

41. Jahrgang Heft 7 (Erstes Aprilheft) 1954

# 25 Jahre mineralogische Forschung in den Instituten von Rostock und Göttingen*).

Von Wolf v. Engelhardt, Isernhagen b. Hannover.

Wenn wir einen Geburtstag feiern, so bedeutet diese Feier eine ganz besondere Aussicht auf den Ablauf der Zeit. Wir blicken zurück und versuchen, die Vergangenheit zu verstehen. Dabei muß sich die Reihe der verflossenen Jahre zum Bild einer Entwicklung ordnen, die zum heutigen Tage führt. Der heutige Tag erscheint im Licht der Vergangenheit. Dieses Heute ist dem Vergangenen ebenso zugehörig wie dem Kommenden. Weil aber die Zukunft uns nicht einfach als ein Äußeres überkommt, sondern in uns selbst ihre Quelle hat, als das, was gewollt, erstrebt und gehofft wird, kann das Bewußtsein vom Heute, wie es sich vom Bild der Vergangenheit her formt, nicht ohne Einfluß für die kommende Zeit und für das künftige Tun sein. Eine Besinnung, die mit der Erhellung der Vergangenheit beginnt, kann deshalb niemals nur ein Gedenken bleiben; sie muß immer über den heutigen Tag in das Kommende hinausgreifen.

Für jemand, der sich mit Historie befaßt, mag ein solcher Aspekt des heutigen Tages, der zugleich in die Zukunft und in die Vergangenheit gerichtet ist, ganz gewohnt sein. Für einen Naturwissenschaftler ist dies durchaus nicht der Fall. In der Naturforschung geht es um die Erkenntnis der Naturordnung, wie sie je schon galt und immer gelten wird. Daher wird, weil das Erkenntnisziel etwas Zeitloses ist, der gegenwärtige Tag gewöhnlich nicht als geschichtlicher Moment empfunden. Man untersucht die Probleme, wie sie sich eben darbieten. Man gebraucht und verbessert die Methoden und Apparate, wie sie zur Hand sind — man arbeitet so, als weilte man in einer geschichtslosen, gleichsam immerwährenden Gegenwart. Inzwischen vergehen aber Jahre und Jahrzehnte. Und in dem, was gearbeitet wird, geschieht — fast unbemerkt — echte Geschichte. Angesichts mancher Verwirrungen in der heutigen Naturwissenschaft wäre es heilsam, wenn die Forscher sich eindringlicher auf diese Geschichte besännen.

Weil also für uns Naturwissenschaftler dies so selten ist und in unserer eigentlichen Arbeit kaum je vorkommt, daß ein gegenwärtiger Tag als ein geschichtlicher erlebt wird, möchte ich Sie bitten, in dieser seltenen Geburtstagsstimmung noch etwas zu verweilen. Ich möchte Sie bitten, bevor wir in den folgenden Vorträgen zu den rein sachlichen Problemen zurückkehren, mir auf einem kurzen historischen Weg zu folgen in einem Rückblick auf die Arbeit der mineralogischen Institute von Rostock und Göttingen unter der Leitung von Herrn Professor Correns in den vergangenen 25 Jahren.

Wenn man heute einem Fernerstehenden erklären soll, was eigentlich Mineralogie ist, so ist dies recht schwierig. Noch in der Goethe-Zeit, im ausgehenden 18. Jahrhundert, war es einfacher. Mineralogie war Mineralkunde und der Mineralog ein Mann, der sich mit den steinernen Bestandteilen der Erdrinde auskannte. Er wußte die Erze, Kristalle, Steine und Erden nach ihren äußeren Kennzeichen zu unterscheiden, in der Natur zu finden und in den Abteilungen einer Systematik unterzubringen. Die Mineralogie als Kunde vom Steinreich stand deutlich abgegrenzt neben den beiden anderen naturhistorischen Fächern, die die Reiche der Pflanzen und Tiere behandeln.

Seitdem hat sich im Verlauf des 19. und 20. Jahrhunderts innerhalb der Naturwissenschaften ein großer Durchdringungsprozeß abgespielt, von dem die Mineralogie vielleicht am stärksten betroffen wurde. Aus den früher leicht zu bezeichnenden Grenzen gegen andere Wissenschaften haben sich weite Regionen des Übergangs entwickelt, so daß es heute fraglich erscheint, ob man innerhalb des Fachgebietes Mineralogie überhaupt einen Bereich bezeichnen kann, der im eigentlichen und ausschließlichen Sinne Mineralogie genannt werden kann, ohne daß er auch von anderen Wissenschaften beansprucht wird. Diese Entwicklung der Mineralogie wird bestimmt durch einen Einbruch neuer Denk- und Experimentiermethoden von zwei Seiten her. Die eine ist durch die Chemie, die andere durch die Mathematik und Physik bezeichnet.

Die fortschreitende Chemie ermöglichte es seit der Wende des 18. zum 19. Jahrhundert, die Minerale als chemische Körper zu verstehen. Man zerlegte sie und bestimmte die Proportionen, in denen die Grundstoffe in ihnen vorkommen. Die größten Chemiker der Zeit beschäftigten sich neben Mineralogen mit der quantitativen chemischen Analyse von Mineralen. Im Lichte dieser Untersuchungen erschienen die Minerale als chemische Verbindungen, im Prinzip nicht unterschieden von den Stoffen, die man im Laboratorium herstellen kann, und der allgemeinen Ordnung chemischer Prozesse unterworfen. Berzelius nannte bereits 1821 die Mineralogie „die Chemie der Erdrinde", und der heute so verbreitete Terminus „Geochemie" wurde 1838 von Schönbein zuerst gebraucht.

Die Chemie beschäftigt sich nicht mit der Beschreibung andauernder Zustände, sondern mit dem Ablauf von Prozessen. Daher bedeutet das sich im 19. Jahrhundert immer mehr ausbreitende chemische Verständnis der Minerale das Platzgreifen des genetischen Gedankens in der Wissenschaft vom Steinreich: „Das Sein wird in seinem Umfang und inneren Sein erst als ein Gewordenes erkannt", heißt es im Kosmos von Alexander von Humboldt. Hatte man sich früher mit der Ordnung der in der Natur vorgefundenen Mineralkörper begnügt, sie als ein Erschaffenes und statisch Seiendes verstanden, so tritt nun die Frage nach dem Werden immer stärker in den Vordergrund. Auf die vorwiegend analytische Periode zu Anfang des Jahrhunderts folgt etwa von der Mitte des 19. Jahrhunderts

*) Vortrag, gehalten am 21. Mai 1953 anläßlich des 60. Geburtstages von Professor Dr. Carl W. Correns, im Mineralogischen Institut der Universität Göttingen.

an die Zeit der Synthese natürlicher Mineralarten und ihrer Assoziationen im Laboratorium. Damit tritt die Mineralogie in engste Beziehung zu derjenigen Wissenschaft, die sich mit der Geschichte der Erdrinde beschäftigt, mit der Geologie. Die Materialien der Geologie, die Gesteine und ihre Minerale, die durch diese Wissenschaft in eine relative Altersabfolge gestellt wurden, konnten nun (wenigstens im Prinzip) als Produkte definierter chemisch-physikalischer Prozesse aufgefaßt werden.

Die Verhaftung dieser chemisch orientierten Richtung der Mineralogie mit dem chemischen Prozeßdenken kommt besonders darin zum Ausdruck, daß das Hauptaugenmerk auf die großen Wanderwege der chemischen Grundstoffe gerichtet wird, wie sie durch die in und auf der Erdrinde sich abspielenden Vorgänge bestimmt sind. Das Mineral selbst schwindet zu einer Gestalt nur relativer Beständigkeit, der Bildung, dem Zerfall unterworfen, zu einer Form, die nur Durchgangsstation ist in der allgemeinen Bewegung der Stoffe.

Die vom Physikalisch-Mathematischen her bestimmte Entwicklung begann mit der näheren Betrachtung der äußeren Form der kristallisierten Minerale und der Untersuchung ihrer besonderen, im allgemeinen von den Raumrichtungen abhängigen physikalischen Eigenschaften. Es entwickelte sich die Kristallographie der äußeren Formen, die als geschlossene mathematische Theorie die verwirrende Fülle der natürlichen und aller künstlichen Kristallformen in eine außerordentlich einfache und übersichtliche Ordnung brachte. Es ergab sich bald die Notwendigkeit, eine Hypothese einzuführen vom inneren diskontinuierlich-anisotropen Aufbau der Kristalle, eine Hypothese, nach der die atomaren Bestandteile in symmetrisch gebauten räumlichen Gittern angeordnet sind. Die Entdeckung der Röntgenstrahlinterferenzen an Kristallen bestätigte nicht nur diese Annahme, sondern brachte gleichzeitig eine exakte Methode zur Bestimmung der Anordnung der atomaren Gitterbausteine. Die richtungsabhängigen physikalischen Eigenschaften der Kristalle, wie etwa die optischen oder elastischen Eigenschaften — bereits im 19. Jahrhundert ausgiebig untersucht — konnten nun auf Grund des Gitteraufbaues qualitativ und zum Teil auch quantitativ verstanden werden. Da sich herausstellte, daß der gittermäßig-kristalline Aufbau die normale Zustandsform der festen Materie ist, wurde die auf der Untersuchung von Mineralen erwachsene Kristallographie und Kristallphysik zu einer allgemeinen Disziplin, zur Grundlage der Wissenschaft vom festen Körper überhaupt. Auch hier also verliert das Mineral seine Sonderstellung. Es wird zu einem Beispiel unter vielen überhaupt möglichen kristallinen Festkörpern, deren allgemeinen Ordnungen unterworfen.

Schon früh hat es nicht an Versuchen gefehlt, die beiden auseinanderstrebenden Richtungen der chemischen Mineralogie und der mathematisch-physikalischen Kristallkunde miteinander in einen Zusammenhang zu bringen. In der neueren Zeit hat das Lebenswerk eines Mannes dieser Synthese gedient, die für die neueste Entwicklung von besonderer Bedeutung wurde. Ich meine VIKTOR MORITZ GOLDSCHMIDT, der in den Jahren 1929 bis 1935 dieses Institut leitete und in seinem 59. Lebensjahr im Jahre 1947 viel zu früh gestorben ist. GOLDSCHMIDT hat die zu seiner Zeit bereits in großem Umfang vorliegenden Daten über die Verteilung der chemischen Grundstoffe in den Gesteinen und Mineralen kritisch zusammengestellt und durch viele eigene Untersuchungen ergänzt. Diese eigenen Arbeiten erstreckten sich vor allem auf solche Elemente, die in den Mineralen nur in geringen Spuren vorkommen und für deren Bestimmung besondere Analysenmethoden der optischen und Röntgenspektralanalyse eingesetzt wurden. GOLDSCHMIDT hat dann Ordnungsprinzipien dieser Stoffverteilungen gesucht, die er „geochemische Verteilungsgesetze" nannte. Er entdeckte dabei das wichtige Prinzip, daß sich viele der vorgefundenen Verteilungen aus dem Gitterbau der natürlichen Kristallarten erklären lassen und daß es dabei vor allem auf die für jedes Element charakteristische Größe des Atoms bzw. des Ions ankommt. Es zeigte sich, daß die Größenbeziehungen zwischen den Radien der Ionen und Atome das regulierende Prinzip für viele Stoffverteilungen sind. Viele Erscheinungen, die man früher als unerklärliche „chemische" Tatsachen hingenommen hatte, wurden nun auf Geometrie reduziert, und es setzte eine außerordentlich fruchtbare Periode ein, in der Chemie und Kristallographie sich gegenseitig durchdrangen.

Daß mit diesem Prinzip der Ionenradien alles zu erklären ist, was an Kristallbildungen und Stoffwanderungen in und auf der Erdrinde vor sich geht, hat GOLDSCHMIDT selbst niemals behauptet. Seine Untersuchungen bezogen sich in erster Linie auf die in geringer Konzentration vorkommenden Stoffe, die in die häufigen und die Erdrinde in der Hauptsache zusammensetzenden Kristallarten als seltene Gäste eingebaut werden. Dabei wurden vor allem die Vorgänge der magmatischen Kristallisation betrachtet, d.h. die Bildungen jener Mineralassoziationen, die bei hohen Temperaturen aus der Schmelze in der Tiefe der Erdrinde gebildet wurden.

Auf diese magmatischen Vorgänge waren auch vornehmlich die synthetischen Laboratoriumsuntersuchungen gerichtet, mit denen man sich seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts beschäftigte. Die Vorgänge der magmatischen Kristallisation verlaufen wegen der erhöhten Temperatur verhältnismäßig schnell. Man kann deshalb im Laboratorium Kristalle erhalten, die man gut beobachten kann, und die natürlichen Körper dieses Bildungsbereichs sind, da sie aus verhältnismäßig großen Kristallen bestehen, leicht zu untersuchen und zu identifizieren. Dieser erleichterten experimentellen Zugänglichkeit steht der Nachteil gegenüber, daß die Vorgänge selbst, wie sie in der Erdrinde ablaufen, unseren Augen entzogen sind. Wir sehen immer nur die fertigen Gesteine und Minerale. Daher haftet den Theorien der magmatischen Gesteins- und Mineralentstehung bis heute trotz der Sicherung durch synthetische Arbeiten immer etwas Hypothetisches an.

Nun bilden aber die Vorgänge der magmatischen Kristallisation, die durch Laboratoriumsarbeiten in erster Linie untersucht waren und auf die die geometrischen Prinzipien der GOLDSCHMIDTschen Geochemie besonders erfolgreich angewendet werden konnten, nur einen Teil der Stoffwanderungen der Erdrinde. Gesteine und Minerale, die in der Tiefe gebildet wurden, gelangen durch Bewegungen der Erdrinde an die Erdoberfläche und unterliegen dort Bedingungen, die von denen ihres Bildungsraumes sehr verschieden

sind. Chemische und mechanische Umbildungsprozesse setzen ein, die man als Verwitterung bezeichnet, und durch Wasser und Luft werden die Produkte der Verwitterung in den großen Senken der Erde zusammengetragen. Dort bilden sie die Sedimentgesteine, die sich in Stoffbestand und Mineralaufbau erheblich von den Bildungen der Tiefe unterscheiden. Man kann die folgenden besonderen Prinzipien nennen, die hier wirksam sind und diesen Unterschied bedingen:

Alle Vorgänge an der Erdoberfläche spielen in den Medien des Wassers und der Atmosphäre, die an den Zerfalls- und Bildungsreaktionen der festen Kristallarten wohl teilnehmen, stets aber am Ende im Überschuß übrig bleiben. Bei den Prozessen der Tiefe ist das Wasser nur in untergeordnetem Maße beteiligt, und die Atmosphäre fehlt ganz. So bestimmt auf der Erdoberfläche die Affinität der Elemente zum Wasser bzw. zu seinen Wasserstoff- und Hydroxylionen sowie zu den Bestandteilen der Atmosphäre weitgehend das Schicksal der Stoffe. Das Wasser geht selbst vor allem in Form von OH-Ionen in die neugebildeten festen Kristallarten ein. Dabei bilden sich wegen der starken Polarisierbarkeit des Hydroxylions Schichtgitterstrukturen — ein Strukturtyp, der unter den magmatischen Bildungen verhältnismäßig selten ist. Von den Bestandteilen der Atmosphäre wirken vor allem Sauerstoff und Kohlendioxyd. Gemäß der Affinität zum Sauerstoff bilden sich sauerstoffreiche Verbindungen, die in der Tiefe nicht vorkommen. Daneben entstehen Karbonate, die man aus magmatischen Gesteinen kaum kennt.

Zweitens ist auf die niedrige Temperatur hinzuweisen, bei der alle diese Vorgänge ablaufen. Die Mischkristallbildung, die Aufnahme verschiedener Ionen oder Atome in dasselbe Kristallgitter, ist bei tiefer Temperatur wesentlich geringer als bei höherer. Mischkristallbildungen sind es aber, bei denen geometrische Prinzipien das Geschehen bestimmen. Daher treten Atom- und Ionenradien in ihrer Bedeutung bei den sedimentären Prozessen zurück, es geht hier gleichsam mehr chemisch und weniger geometrisch zu als in der Tiefe. Eine andere Folge der niederen Temperatur ist die wesentliche Verlangsamung aller Prozesse. Die Kristallisationsgeschwindigkeiten sind so gering, daß alle Neubildungen in sehr geringer Korngröße entstehen; die Untersuchung der Sedimente, die so feines Material enthalten, ist aus diesem Grunde sehr erschwert. Außerdem lassen sich die Zerfalls- und Bildungsprozesse im Laboratorium nur mit großen Schwierigkeiten und oft gar nicht verfolgen, da dies viel zu lange Zeit erfordern würde. Schließlich bedingt die Kornfeinheit des sedimentären Materials die große Rolle von Grenzflächenerscheinungen aller Art bei den Vorgängen an der Erdoberfläche. Im magmatischen Bereich konnte von solchen Erscheinungen ganz abgesehen werden, man konnte mit Erfolg allein den inneren Kristallraum und seine geometrische Ordnung allen Betrachtungen zugrunde legen.

Endlich wäre drittens darauf hinzuweisen, daß in alle Prozesse an der Erdoberfläche die Vorgänge des Lebens eingreifen. Im Stoffhaushalt der Tiere und Pflanzen stehen ganz neue Energien zur Verfügung, und es können über den Umweg der pflanzlichen und tierischen Physiologie Dinge geschehen, die sonst ganz unmöglich wären.

So sehen wir für die Vorgänge an der Erdoberfläche ganz andere Prinzipien wirksam als für die Bildungen der Tiefe, und es ergibt sich hier eine ganz andere Situation hinsichtlich der methodischen und experimentellen Möglichkeiten: Für die magmatischen Bildungen ist die Synthese im Laboratorium möglich, und die natürlichen Gesteine sind im allgemeinen leicht zu untersuchen, dafür verlaufen die natürlichen Prozesse selbst im Verborgenen. Im sedimentären Bereich verlaufen die Prozesse vor unseren Augen, sind aber der Synthese sehr viel schwerer zugänglich, und auch die Untersuchung der natürlichen Bildungen ist außerordentlich erschwert. So kam es, daß bis in die Mitte der zwanziger Jahre unseres Jahrhunderts das Geschehen auf der Erdoberfläche noch recht unerforscht war, ein Gebiet, auf dem es mehr Vermutungen gab als sicheres Wissen.

Als Herr Professor CORRENS im Jahre 1927 das Mineralogische Institut in Rostock übernahm, kam er von der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungsschiff „Meteor", an der er als geologisch-mineralogischer Mitarbeiter teilgenommen hatte. Er brachte die Grundproben mit, die auf mehreren Durchquerungen des Mittelatlantik gewonnen worden waren, Proben also von den Endprodukten der sedimentären Stoffwanderungen, wie sie sich in der letzten geologischen Vergangenheit im großen Becken des Atlantischen Ozeans gesammelt hatten. Als im Rostocker Institut damals mit der Untersuchung dieses Materials begonnen wurde, trat man in den großen Problemkreis des Geschehens an der Erdoberfläche. Methodisch und theoretisch war hier Neuland, und Vorarbeiten lagen erst wenige vor.

Zunächst waren Methoden zu entwickeln, mit deren Hilfe eine Bestandsaufnahme nach mineralogischen Gesichtspunkten möglich war. Da die Sedimente vorwiegend aus feinem Material bestehen, standen von vornherein die Tone, diese feinsten Sedimente, deren Korngröße unter zwei tausendstel Millimeter liegt, im Mittelpunkt des Interesses. Methoden zur Aufbereitung der Tone wurden entwickelt, mit denen die Größenverteilung der Komponenten bestimmt wurde. Am Ende dieser Entwicklung steht die Anwendung einer hochtourigen Zentrifuge, mit deren Hilfe die Kornverteilung bis in kolloide Größen hinein verfolgt werden kann. Eine solche Zentrifuge steht jetzt hier in diesem Institut. Die optisch-mikroskopischen Verfahren wurden geprüft und bis zur Grenze ihrer Anwendbarkeit ausgenutzt. Für die Untersuchung der eigentlichen Tone, deren Teilchen für die Beobachtung im Mikroskop zu klein sind, wurde die röntgenographische Methode von größter Wichtigkeit.

Ein pulverförmiges Gemenge von Kristallarten gibt, wenn man es mit einem monochromatischen Röntgenstrahl beleuchtet, Anlaß zu charakteristischen Interferenzen, die für die in diesem Pulver anwesenden kristallinen Komponenten typisch sind. Obwohl das Prinzip bekannt war, hatte man es bisher noch nicht systematisch zur Untersuchung der feinstkörnigen Sedimente angewendet. In den Rostocker Arbeiten wurden die Röntgenstrahlen zum ersten Male systematisch zur Untersuchung von Tonen benutzt. Die damals angewandten Verfahren waren natürlich noch verhältnismäßig einfach. Sie erfuhren später, als dann viele Institute und viele Forscher sich mit dieser Methode beschäftigten, manche Verbesserungen, an denen besonders in den letzten Jahren hier im Göttinger Institut auch mitgearbeitet wurde und wird. Es

war jedoch das Ergebnis der ersten Rostocker Arbeiten bereits sehr bedeutungsvoll. Es zeigte sich, daß die Tone aus verschiedenen Kristallarten bestehen, und daß ungestaltetes, amorphes Material, wenn überhaupt so nur in geringer Menge vorkommt. Die in den Tonen gefundenen Minerale sind zum Teil solche, die wie Quarz, Feldspat, Kalk u. a. auch in gröberen Sedimenten und in den magmatischen Gesteinen vorkommen. Die Hauptmasse der Tone besteht jedoch aus blättchenförmigen Mineralen mit Schichtgitterstruktur, die den drei großen Abteilungen der Kaolinit-Halloysitgruppe, der Montmorillonitminerale und der Glimmerminerale angehören. In den atlantischen Sedimenten und in den etwa gleichzeitig in Rostock untersuchten Tonen aus früheren geologischen Epochen fanden sich diese Minerale in verschiedenen Mengenverhältnissen, die für die einzelnen Vorkommen jeweils charakteristisch waren. Damit waren die Tone, die den größten Anteil der Sedimentgesteine bilden, zum ersten Male der petrographisch-mineralogischen Analyse zugänglich geworden.

Von der damaligen Tragweite dieser Entdeckungen kann man sich heute, da der Mineralaufbau der Tone zum allgemein verbreiteten Lehrbuchwissen geworden ist, nur noch schwer die rechte Vorstellung machen. Vorher hatte man die Tone nur chemisch analysieren können. Dabei waren stets Aluminiumoxyd und Kieselsäure als Hauptkomponenten gefunden worden, oft im Verhältnis 1:2, begleitet von geringeren Mengen Alkalien, Erdalkalien, Eisen usw. Mangels der Möglichkeit einer Differenzierung hatte man geglaubt, daß es eine mehr oder weniger einheitliche Tonsubstanz gibt, die als Endprodukt der hydrolytischen Zersetzung der primären Minerale im Verlauf der Verwitterung entsteht. Angesichts der verschiedenen Grenzflächenerscheinungen wie Adsorption, Basenaustausch, Plastizität usw. der Tone hatte man sich diese „Tonsubstanz" als amorphes Gel vorgestellt. Nun enthüllte sich das vermeintlich Gestaltlose zu einem Gemenge unterscheidbarer Kristallarten, die zwar chemisch einander recht ähnlich sind, deren verschiedener Gitterbau aber auf verschiedene Bildungsbedingungen hinweist.

In den Grundproben der Meteorexpedition fanden sich die verschiedenen Tonminerale vermengt mit anderen Mineralen in wechselnden Mengenverhältnissen bis hinaus in die äußerste Tiefsee. Da aus der Untersuchung längerer Lotkerne geschlossen werden konnte, daß am Meeresboden Neubildungen gar nicht oder nur in geringem Umfang stattfinden, muß alles Material des Meeresbodens von den Verwitterungsprozessen auf den Kontinenten fertig geliefert und durch Strömungen weit hinausgetragen werden. Ältere Hypothesen, die den sog. Roten Ton der Tiefsee aus vulkanischen Eruptionen oder von kosmischen Staubfällen ableiten wollten, wurden so widerlegt.

In der Frage nach der Entstehung des sedimentären Materials wurde man daher auf die Kontinente verwiesen. Hier müssen sich die Zerfallsreaktionen abspielen, durch die viele Minerale der primären Gesteine verschwinden, die in den Sedimenten nur noch wenig vorkommen, wie z.B. die Feldspäte. Hier müssen sich viele Tonminerale bilden, wie z.B. die Minerale der Kaolin-Halloysit- und der Montmorillonitgruppe. Um diese Vorgänge zu studieren, wurden in Rostock ausgedehnte Laboratoriumsarbeiten begonnen und bis in die letzten Jahre in Göttingen fortgesetzt über die Wirkung von Wasser und verdünnten Lösungen auf verschiedene primäre Silikate. Untersucht wurden als Vertreter der Hauptminerale der magmatischen Gesteine Feldspäte, Glimmer, Hornblende, Olivin und Leuzit. Das Neue an diesen Versuchen war, daß man die natürlichen Verwitterungsbedingungen in den Böden einhielt. Man verzichtete z.B. auf die Anwendung starker Säuren, wie man sie in älteren Untersuchungen benutzt hatte, man sorgte für den Zustrom stets frischen Lösungsmittels, also für die ständige Zerstörung sich einstellender Gleichgewichte, wie das auch in der Natur stattfindet. Diese Arbeiten erbrachten den Nachweis, daß alle Silikate so zerfallen, daß sämtliche Bestandteile, also auch Kieselsäure und Aluminium, zunächst ionar in Lösung gehen. Lediglich bei den Glimmermineralen kommt es vor, daß Alkalionen in gewissem Umfang herausgelöst werden unter Erhaltung eines alkaliarmen Restminerals, sonst findet eine richtige Auflösung aller Komponenten statt. Dies war ein ganz neues Ergebnis, das ältere Vorstellungen von der sog. hydrolytischen Spaltung der primären Silikate widerlegte. Nach diesen Hypothesen sollte eine Zerlegung in wasserlösliche Stoffe wie die Alkalien und Erdalkalien und in ein wasserunlösliches Kieselsäure-Aluminiumoxyd-Gel stattfinden. Der Auflösungsprozeß verläuft im einzelnen kompliziert, bei den einzelnen Silikaten etwas verschieden und unterschiedlich je nach dem Säuregrad der einwirkenden Lösung. Grundsätzlich aber erscheinen bei der chemischen Verwitterung aller Silikate die Bestandteile zunächst echt gelöst, und man muß schließen, daß die Tonminerale aus diesen sehr verdünnten Lösungen entstehen. Bei der tiefen Temperatur verlaufen jedoch diese Neubildungsvorgänge so langsam, daß es bisher nicht glückte, sie im Laboratorium zu verfolgen.

Dafür gelang es aber, die Verwitterungsvorgänge an ihrem natürlichen Ort, in den Böden, zu beobachten. Im Rostocker Institut wurden zum ersten Male die einzelnen Horizonte von Böden quantitativ auf ihren Mineralbestand untersucht, die gröberen Korngrößen mikroskopisch, die feinsten mit Röntgenstrahlen. Zuerst wurden Ackerböden, dann stark gebleichte Ortsteinböden aus Mecklenburg und schließlich hier in Göttingen Böden auf Granit, Muschelkalk und Buntsandstein bearbeitet. Es zeigte sich, daß der Feldspat in den Böden genau so aufgelöst wird wie bei den Laboratoriumsversuchen. Dies konnte sowohl durch die Abnahme des Feldspatgehaltes in den oberen Horizonten als auch durch die Beobachtung von Lösungsformen belegt werden. Ferner ergaben sich aus den Beobachtungen an den Böden Hinweise auf das weitere Schicksal der gelösten Stoffe.

Dieses Schicksal der aus dem Zerfall der primären Silikate entstandenen gelösten Stoffe hängt ausschließlich davon ab, was mit den Lösungen weiterhin geschieht. Solche Geschehnisse sind einmal Konzentrationsveränderungen durch Verdunsten des Wassers, was z.B. in ariden Klimaten zur Bildung von Einkieselungen führen kann, dann aber vor allem Veränderungen der Wasserstoffionenkonzentration. Dabei sind es die chemischen Eigenschaften der gelösten Stoffe, die alles bestimmen und zwar, genauer gesagt, die Affinität zu den Hydroxylionen des Wassers. Die Kieselsäure ist im sauren Gebiet schwer, im alkalischen leicht löslich, das Aluminium ist sowohl in sauren als

auch in alkalischen Lösungen löslich und am Neutralpunkt am wenigsten löslich, das dreiwertige Eisen ist merklich löslich nur im sauren Gebiet. Wie diese Unterschiede die besonderen Wanderwege, Trennungen und Abscheidungen der Hauptelemente bedingen, konnte an den Böden und für die weiträumigeren Vorgänge, die bis in das Sammelbecken des Meeres reichen, gezeigt werden. Während für Aluminium und Eisen die chemischen Daten über die Löslichkeit der Oxydhydrate bereits vorlagen, wie sie für diese Überlegungen benötigt wurden, wurde die Abhängigkeit der Löslichkeit der Kieselsäure von der Wasserstoffionenkonzentration in Rostock neu bestimmt.

Die chemischen Prozesse hören nun mit der Ablagerung des sedimentären Materials nicht völlig auf. Sie setzen sich noch weiterhin fort, besonders dann, wenn die Ablagerungen durch Krustenbewegungen dem unmittelbaren Einfluß der Oberfläche entzogen werden. Es setzen dann alle jene Vorgänge ein, die zur Verfestigung der ursprünglich lockeren Sedimente führen, die Prozesse der Diagenese, die unmerklich in die Metamorphose der Tiefe übergehen. Von Untersuchungen, die in diesen Problemkreis gehören, will ich nur kurz verschiedene Arbeiten über Verkieselungen und die Entstehung von Kieselgesteinen erwähnen und den Nachweis der diagenetischen Neubildung von Alkalifeldspäten im Göttinger Muschelkalk.

Unbekannt bleiben freilich bis heute die näheren Umstände der Bildung der Tonminerale. Es muß Bedingungen geben, unter denen Aluminium und Silizium nicht getrennte Wege gehen entsprechend den Löslichkeiten ihrer Oxydhydrate, sondern sich vereinigen zu den Schichtgittern der Kaolin-Halloysitgruppe, der Montmorillonitgruppe oder vielleicht auch der Glimmer. Aus den Beobachtungen an Böden konnte geschlossen werden, daß Kaolinit sich dort bei schwach saurem $p_H$ bildet, und es ist wahrscheinlich, daß die Montmorillonitbildung an ein mehr alkalisches Milieu geknüpft ist. Im übrigen bleibt diese wichtige Frage noch offen für die künftige Forschung.

Schon die Wasserstoffionenkonzentration der Bodenlösung und ihre Veränderung, die entscheidend ist für alle Vorgänge des Zerfalls und der Neubildung, hängt wesentlich von biochemischen Vorgängen ab, d.h. von der Zersetzung organischer Stoffe und den dabei gebildeten Säuren und Basen. Biologische Vorgänge bleiben auch weiterhin von größter Wichtigkeit für die Wanderungen der Stoffe bis ins Meer und die Sedimente. Daß das gelöste Kalzium fast ausschließlich durch Organismen ausgeschieden wird, wurde früher schon angenommen und durch die Untersuchungen der Meteorsedimente und die chemischen Arbeiten über den Kalkhaushalt des Meereswassers bestätigt und im einzelnen präzisiert. Als etwas Neues ergab sich, daß das Schicksal von Eisen und Mangan im Meer auch biologisch gesteuert wird. Beide Stoffe werden von Foraminiferen aufgenommen und in ihre Kalkschalen eingebaut, wobei die Ähnlichkeit der Ionenradien von Kalzium, Mangan und Eisen eine Rolle spielt. Mit den Schalen gelangen Eisen und Mangan auf den Tiefseeboden, wo sie dann als Oxydhydrate ausgefällt werden, wenn das kohlendioxydhaltige Tiefenwasser den Kalk der Schalen auflöst. Das bis dahin so rätselhafte Vorkommen von Mangandioxydkrusten in der Tiefsee fand so eine überraschende Deutung.

Betrachtet man die chemische Verwitterung im Zusammenhang des Ganzen, so gehört sie zum großen Stoffumsatz, der ständig auf der Erdoberfläche abläuft. Das Ausgangsprodukt sind die magmatischen Gesteine, die Endprodukte die Sedimente und die Lösung des Meerwassers. Diesen Stoffumsatz quantitativ zu berechnen, eine Bilanz zu ziehen, die natürlich für alle Grundstoffe aufgehen muß, ist eine alte Aufgabe der Geochemie. Von GOLDSCHMIDT stammt eine Rechnung, aus der sich ergibt, daß im Verlauf der geologischen Vergangenheit pro Quadratzentimeter Erdoberfläche aus 160 kg magmatischen Gesteinen 155 kg tonig-sandige Gesteine, 10,2 kg Kalk und 4,4 kg Dolomit entstanden sind. Herr Professor CORRENS konnte zeigen, daß diese Werte auch unter Berücksichtigung neuerer und umfangreicherer Daten ungefähr richtig sein müssen. Eine nähere Betrachtung ergibt aber einige Merkwürdigkeiten, an die die weitere Forschung anknüpfen wird. Die genannten Sedimentmengen ergeben eine Durchschnittsmächtigkeit von 638 m Sediment/cm² Erdoberfläche. Aus der Mikrofauna in den Lotkernen der Meteorexpedition ließ sich die Grenze Diluvium/Alluvium und daraus die Sedimentationsgeschwindigkeit in der Tiefsee für die letzte geologische Vergangenheit bestimmen. Es ergibt sich eine Geschwindigkeit von 1 bis 2 cm je Jahrtausend und daraus für ein mittleres Alter der Erde von $10^9$ Jahren eine Sedimentmächtigkeit für die Tiefsee von 2 km/cm². Für die Flachsee würde noch mehr herauskommen, da dort schneller sedimentiert wird. Dies widerspricht der Bilanzrechnung. Eine Lösung des Widerspruchs besteht in der Annahme, daß wir in einem Zeitraum besonders starker Verwitterung, Abtragung und Sedimentation leben.

Weitere Beiträge zur Frage des großen Stoffumsatzes brachten eine Gruppe von Arbeiten aus dem Göttinger Institut, die die Geochemie der Halogene Fluor, Chlor, Brom und des Zinks untersuchten. Wenn ich mich hier auf die Halogene beschränken darf, so ergab sich, daß beim Fluor die Bilanz stimmt, d.h. die Fluormengen in Sedimenten und im Meerwasser ergeben zusammen die Fluormenge des in der geologischen Vergangenheit zersetzten magmatischen Materials. Dagegen sind die Cl- und Br-Gehalte des Meerwassers höher, als die Bilanz es verlangt. Es gab also entweder einen Urozean, der bereits Chlor und Brom enthielt, oder der Überschuß stammt aus vulkanischen Exhalationen.

Ich habe bisher nur von den chemischen Prozessen auf der Erdoberfläche gesprochen und dabei die mechanischen Vorgänge außer acht gelassen, die einen überaus wichtigen Faktor darstellen in der Umbildung des primären Materials in die Sedimentgesteine. Die Zerkleinerung der ursprünglichen Gesteine ist ja die Vorbedingung für die Bildung der Grenzflächen, von denen aus die Zersetzungsprozesse ihren Ausgang nehmen, und die mechanischen Vorgänge des Transportes sowie die mit ihnen verknüpfte Sortierung nach Gewicht und Größe der Bruchstücke führt zur Differenzierung der vielen Arten der Sedimentgesteine. Es sind die gröberen, sog. klastischen Anteile der Sedimente, die Sande, Grauwacken, Konglomerate, an denen diese mechanischen Prozesse vor allem studiert werden können. In ihnen überwiegen die chemisch resistenten Bestandteile der primären Gesteine, d.h.

vor allem der Quarz, doch kommen auch angreifbare Minerale wie etwa die Feldspäte vor.

Diese gröberen Sedimente sind einfacher zu untersuchen als die Tone, da man hier mit dem Mikroskop arbeiten kann. Es ergibt sich jedoch Anlaß und Notwendigkeit, die aus der Dünnschliffuntersuchung magmatischer und metamorpher Gesteine bekannten Methoden entsprechend umzuwandeln, da es sich hier meist um die Untersuchung von Körnerpräparaten handelt. Ich kann hier nur darauf hinweisen, daß die Vervollkommnung und Anpassung der optischen Methoden in den Instituten von Rostock und Göttingen besonders gepflegt wurde und manchen Fortschritt brachte, der nun jedem zugute kommt, der sich mit grobkörnigen Sedimenten zu beschäftigen hat.

Viele solche Sedimentgesteine wurden in den Instituten von Rostock und Göttingen untersucht, nach den groben Anteilen der atlantischen Sedimente und der verschiedenen Tone Sandsteine, Dünensande, Strandsande und in den letzten Jahren Grauwacken des Harzes. Dies lenkte den Blick auf die ganz unchemischen, mechanischen Prinzipien, nach denen hier eine Ordnung und Trennung der Stoffe erfolgt. Größe und spezifisches Gewicht der Körner sind hier maßgeblich, und es ergibt sich die Aufgabe, einen bestimmten Sand, der durch die Korngrößenverteilung seiner Mineralkörner jeweils bestimmten spezifischen Gewichtes charakterisiert ist, als das Produkt der bei Transport und Ablagerung wirkenden mechanischen Bedingungen zu verstehen. In diesem Zusammenhang ergab sich z. B. aus dem Studium der Bewegungsvorgänge in der Brandungszone des Meeres eine Deutung für die dort gebildeten Schwermineralseifen.

Derartige Anreicherungen sind jedoch verhältnismäßig selten, meist finden sich die Minerale hohen spezifischen Gewichtes in Mengen von nur wenigen Prozenten unter den häufigeren Leichtmineralen Quarz und Feldspat. Die Untersuchung dieser Schwerminerale ist bekanntlich zu einem besonders gepflegten Spezialgebiet der Sedimentpetrographie geworden. Man hat mittels der Schwerminerale Sedimentschüttungen verschiedenen Ursprungs und verschiedenen Alters unterscheiden können, so daß diese Methode besonders in der Erdölgeologie in der ganzen Welt wichtig geworden ist. Auch in den Instituten von Rostock und Göttingen wurden solche Arbeiten ausgeführt, als erste eine Untersuchung über die Schwermineralverteilung in den Atlantiksedimenten der Meteorexpedition im Golf von Guinea. Aus dieser Arbeit ist hervorzuheben, daß sich dort das Wirken küstenparalleler Strömungen besonders deutlich zeigte, ein Ergebnis allgemeiner Bedeutung, das durch neuere Arbeiten wiederholt bestätigt wird. Immer wieder zeigt sich auch in Meeresbecken der geologischen Vorzeit das Vorherrschen achsenparalleler Transportrichtungen. Im übrigen war es ein Ergebnis aller Rostocker und Göttinger Schwermineralarbeiten, daß eine einseitige und nur statistisch-abzählende Behandlung der Schwerminerale allein letzten Endes unfruchtbar bleiben muß. Das Sediment muß, wenn es wirklich Antwort auf unsere Fragen geben soll, immer als ein Ganzes betrachtet werden. Nur aus der Beobachtung aller Minerale, der leichten und schweren, und aus einer genauen Beschreibung der speziellen Ausbildungsform der einzelnen Schwerminerale ergibt sich die volle Differenzierung.

Neben Transport und Ablagerung ist die Zerkleinerung des primären Materials der für das Verständnis der klastischen Sedimente wichtigste physikalische Vorgang. Die Gestalt der Quarzkörner von Sanden wurde untersucht, und es zeigte sich, daß ihre Form — sie sind vorzugsweise langgestreckt nach der Richtung der *c*-Achse — mindestens zum Teil aus der Richtungsabhängigkeit der Härte des Quarzes zu erklären ist. Gegen reibende Beanspruchung bietet der Quarz auf Flächen parallel zur Achse weniger Widerstand als senkrecht zu ihr. Diese Beobachtungen führten dazu, den Mechanismus der Zerkleinerung dieses häufigsten Minerals klastischer, grobkörniger Sedimente genauer zu betrachten. Untersucht wurden die Formen, in die der Quarz bei schlagender Beanspruchung zerspringt, und es ergab sich, daß die scheinbar ganz beliebig verlaufenden muscheligen Bruchflächen im statistischen Mittel doch bestimmte kristallographische Richtungen bevorzugen und andere vermeiden. So entstehen auch durch solche Vorgänge nicht beliebig geformte, sondern vorzugsweise orientierte Bruchstücke, und die Gestalt der Körner eines Sandes ist deshalb nicht nur ein Produkt des Zufalls, sondern es erscheint in ihm das innere Formgesetz der anisotropen Gitterstruktur.

Durch die Zerkleinerungsprozesse der mechanischen Verwitterung vermehrt sich die Größe der Grenzfläche zwischen dem festen kristallinen Stoff und den umgebenden homogenen Phasen des Wassers und der Atmosphäre — es entsteht hier das, was die Prozesse der Erdoberfläche wesentlich unterscheidet von den Bildungen der Tiefe. Dort drängt alles zur dichten, nur-festen Konfiguration, die schließlich allein Grenzflächen zwischen verschiedenen festen Phasen enthält, hier ist jedes Stückchen festen Kristallraumes umgeben und eingebettet in flüssiges und gasförmiges Medium. Die Vorgänge an der Erdoberfläche wird man daher besser verstehen, wenn man mit Erkenntnissen und Methoden desjenigen Zweiges der physikalischen Chemie vertraut ist, der sich speziell mit grenzflächenreichen Systemen beschäftigt, mit der Kolloidchemie. Herr Professor Correns hat vor den Rostocker Jahren im Haberschen Institut im kolloidchemischen Laboratorium von Herbert Freundlich gearbeitet. Die ersten Arbeiten nach der Doktordissertation behandelten ein für die Genese bestimmter Sedimente wichtiges Thema: Die Adsorption von Schwermetallionen an Tonteilchen. Auch fernerhin blieb in all den Jahren in Rostock und Göttingen immer eine besondere Aufmerksamkeit für Grenzflächenvorgänge und kolloidchemische Erscheinungen lebendig. Aus den Arbeiten, die in dieses Gebiet gehören, möchte ich kurz nur zwei Gruppen erwähnen. Einmal die Untersuchungen der Phänomene und Theorie der Thixotropie, jener merkwürdigen Eigenschaft von Ton-Wassersystemen, in Ruhe zu einem Gel zu erstarren, das bei geringster Berührung flüssig wird, einer Eigenschaft, die aus der großen Grenzfläche Kristall/Flüssigkeit und den dort wirkenden Kräften zu verstehen ist. Und dann die Arbeiten über den Einfluß der Grenzflächenenergie auf Zerkleinerungsvorgänge von Kristallen. Da die freie Grenzflächenenergie eines Kristalls gegen verschiedene Flüssigkeiten verschieden ist, hängt die sog. Härte eines Kristalls ganz wesentlich von der Flüssigkeit ab, in der der Kristall mechanisch beansprucht wird.

Auf ein ganz anderes Gebiet führen schließlich eine Anzahl von Untersuchungen, die sich mit Vorgängen der Kristallbildung beschäftigt haben, mit Gleichgewichten des Wachstums und der Auflösung. Auf diese Arbeiten kann ich nur in aller Kürze hinweisen. In Rostock begonnen und in Göttingen fortgeführt wurden Untersuchungen über die Erscheinung, daß die Löslichkeit eines gedrückten Kristalls größer ist als die eines unbelasteten und daß bei genügender Übersättigung ein wachsender Kristall eine Last zu heben vermag. Da in den Gesteinen der Erdrinde Mineralkörner häufig unter einseitigem Druck stehen, wobei sie von Porenlösungen umgeben sind, haben diese Untersuchungen die größte Bedeutung für das Verständnis der Umkristallisationsvorgänge, die zur Verfestigung und Umbildung lockerer Sedimente führen. Ferner brachten Arbeiten zur Synthese von Nephelin und verwandten Alkali-Aluminiumsilikaten allgemeine Erkenntnisse über die Abhängigkeit der Größe und Wachstumsgeschwindigkeit von Silikatkristallen, die sich aus einer Schmelze bilden, von der Geschwindigkeit der Abkühlung. Diese Erkenntnisse sind z. B. wichtig für die Deutung der Strukturen gangförmiger magmatischer Gesteine. Schließlich wurde in Göttingen mit einem besonders schwierigen experimentellen Aufwand über die Fähigkeit des Wassers gearbeitet, im fluiden, d. h. überkritischen Zustand gelöste Stoffe zu transportieren, eine Frage, die für die Mineralbildung aus wasserreichen Systemen bei hoher Temperatur und hohem Druck von Bedeutung ist.

Damit möchte ich meinen Bericht über die Institute von Rostock und Göttingen beenden. Ich habe viele Einzelheiten verschweigen müssen und manche Arbeit nicht erwähnen können, die zu betrachten interessant gewesen wäre. Vor allem aber habe ich die ganze Entwicklung in ein Schema gestellt, das zu lockern ich zum Schluß noch versuchen möchte.

Wenn wir ein Wirkliches, Gewordenes begreifen wollen, so müssen wir es immer einpressen in die zu engen Schranken einer begrifflichen Konstruktion. Wollte man das Schema benennen, das mir zum Leitfaden diente, so könnte man wohl auf das Wort Sedimentpetrographie kommen. Gerade hiervor aber möchte ich warnen. Ich glaube nicht, daß man das Wesentliche des in unseren Instituten Geleistete erfaßt, wenn man es Sedimentpetrographie nennt. Herr Professor CORRENS hat den Kern des in Unterricht und Forschung in beiden Instituten Gewonnenen in zwei Büchern niedergelegt. Das erste erschien 1939 als ein Teil des Buches „Die Entstehung der Gesteine" der drei Autoren BARTH, CORRENS und ESKOLA und behandelt die Sedimentgesteine. Das andere ist die „Einführung in die Mineralogie", die 1949 erschien. Es behandelt das Gesamtgebiet der Mineralogie und Petrographie und ist — ich glaube, das als ein sachliches Urteil sagen zu können — die dichteste und klarste Darstellung der Mineralogie, die es heute in der Weltliteratur gibt. Dies nun wäre nicht möglich, wenn nicht die Mineralogie als ein Ganzes das tragende Fundament und das eigentliche Anliegen der Arbeit in den Instituten von Rostock und Göttingen ist.

Und damit treffen wir wieder auf das Wort Mineralogie und die Problematik dieses Faches, mit der wir begannen. Ich versuchte Ihnen zu zeigen, wie sich im Verlaufe des 19. und 20. Jahrhunderts die Wissenschaft vom Steinreich von ihren Grenzen gegen Chemie, Physik, Geologie her aufzulösen schien und wie einer der Höhepunkte dieser Entwicklung durch den Namen V. M. GOLDSCHMIDT zu bezeichnen ist. Ist nicht alles, was ich Ihnen berichtete, die immer gründlichere Anwendung chemischer und physikalischer Prinzipien auf die Phänomene der Erdrinde, die Auflösung einer eigenständigen Wissenschaft vom Steinreich in fortschreitender Perfektion?

Wenn man auf die Apparate und Methoden sieht, d. h. solange man im Inneren der Wissenschaften bleibt, ist dies zweifellos richtig, und von daher gibt es keine andere Einteilung der Naturwissenschaften als eine solche nach praktischen, didaktischen, äußerlichen Prinzipien; mit den so gewonnenen Abgrenzungen verhält es sich ähnlich wie mit den Gesetzen, von denen die Griechen sagten, daß sie nur *θέσει*, d. h. laut Satzung oder Verabredung gelten. Nun hat aber jede Wissenschaft einen Beginn — historisch gesehen und im Leben des einzelnen — einen Beginn, der außer ihr liegt. Ich meine den Moment, da das Seiende als ein noch Verhülltes begegnet und die Enthüllung, die Wahrheitssuche, die Wissenschaft fordert. Hier sind Unterschiede, und es ist verschieden, ob einer das Tier trifft, die Pflanze, den sich wandelnden Stoff oder den Kristall. Man mag noch so Genaues wissen über den Feinbau des Kristallgitters, über die Regeln des Kristallwachstums, der Brechung des Lichtes — auch der unterrichtetste Mineraloge wird, wenn er einer ist, angesichts einer schönen Bergkristalldruse etwas von dem vorwissenschaftlichen Anruf spüren, von dem durchaus Geheimnisvollen, Seltsamen dieser bestimmten Gestalten, der Klarheit und Leichtheit ihrer Linien und Flächen, dem Wunder des Erscheinens der mathematischen Ideenwelt im Reiche des Stoffes. Hier scheint mir die echte Quelle der Mineralogie zu liegen. Von ihr aus leiten sich Abgrenzungen gegen die anderen Wissenschaften ab, die vom Fortgang der Erkenntnis nicht verändert werden können, da diese Quelle selbst vorwissenschaftlich ist und bleibt. Solche Grenzen allein gelten *φύσει*, wie die Griechen von den Gesetzen sagten, die von Natur, vom Wesen, vom Sein her gelten.

Versucht man auf solcher Grundlage das Wesen der Mineralogie zu benennen, so kann man sagen, daß die Mineralogie immer auf den Stoff gerichtet ist, sofern er gestaltet ist. Ausgang waren und sind die aktualisierten Gestalten der in der Natur vorkommenden Kristallarten. Zum weiteren Umfang gehören aber auch die möglichen Gestalten, d. h. alles Künstliche oder, anders gesagt, die Potenz zur Gestaltung, die in den Stoffen ruht, deren Wandlungen die Chemie betrachtet.

Was ich Ihnen heute zu berichten hatte, war ein Stück des Weges dieser mineralogischen Wissenschaft. Denn wenn es auch mit physikalischen Miteln, erhellt von den Erkenntnissen der Chemie, in Beantwortung geologischer Fragen voranging, der Fortschritt bestand immer darin, kristallhafte Gestalten und ihre Ordnung dort zu entdecken, wo niemand sie vorher gesehen hatte, mag man dies nun im einzelnen Sedimentpetrographie nennen, Geochemie, Kristallchemie oder Kristallphysik. Darum war die Entwicklung, von der ich Ihnen berichtete, nicht nur der Fortschritt einer anonymen Wissenschaft, sondern zuerst und vor allem persönliches Wirken und Tun. Auf die vergangene Zeit blickend möchte ich Ihnen, sehr verehrter Herr

Professor CORRENS, namens Ihrer Schüler und Mitarbeiter dafür danken, daß wir dies von Ihnen und in Ihren Instituten lernen konnten.

Für die Zukunft möchte ich wünschen, daß es noch recht vielen Jüngeren gelingen möge, in diesem Hörsaal, in diesen Übungsräumen und Laboratorien zu erfahren, daß Mineralogie mehr sein kann als bloßes Examenswissen; eine echte Wissenschaft.

**Literatur.**

Da es nicht möglich war, die Literatur vollständig zu zitieren, sind im folgenden einige Bücher und Abhandlungen genannt, in denen sich für die Mehrzahl der diesem Bericht zugrundeliegenden Arbeiten nähere Hinweise finden:

BARTH, T. E. W., C. W. CORRENS u. P. ESKOLA: Die Entstehung der Gesteine. Berlin: Springer 1939. — CORRENS, C. W.: Die Sedimente des äquatorialen atlantischen Ozeans, Bd. III der Wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff „Meteor", 1925—1927. 1937. — Einführung in die Mineralogie. Berlin: Springer 1949. — Die chemische Verwitterung der Silikate. Naturwiss. **28**, 369 (1940). — JASMUND, K.: Die silicatischen Tonminerale. Monographie zu „Angewandte Chemie" und „Chemie-Ingenieur-Technik", Nr. 60. Weinheim: Verlag Chemie 1951.

Eingegangen am 30. September 1953.

# Berichte.

## Betrachtungen über die Eignung radioaktiver atomtechnischer Aerosole als Markierungsmittel bei Arbeiten auf dem Gebiete der meteorologischen Strömungsforschung.

Von W. HERBST, R. NEUWIRTH und K. PHILIPP.

Von verschiedenen Seiten wurde darauf hingewiesen, daß sowohl in der großräumigen Strömungsforschung als auch beim Studium von Turbulenzvorgängen auf kleinerem Raume die Methode einer Markierung der dabei beteiligten Luftmassen mittels radioaktiver Aerosole vorteilhaft verwendet werden könnte (hierzu vgl. auch [*5*], [*6*] und [*11*]). Nun sind in letzter Zeit, vor allem in Amerika, Atombombenversuche größeren Umfanges in verschiedenen Zeitabständen durchgeführt worden. Im Anschluß hieran hat man auch den Verbleib der in die Luft geschleuderten radioaktiven Materie mehr oder weniger systematisch verfolgt und die Befunde in verschiedener Hinsicht ausgewertet. Wir möchten nun in der nachfolgenden Betrachtung, die durch eine zwar nur einmalige, aber auffällige Beobachtung veranlaßt worden ist, vor allem zu einer weitergehenden systematischen Verfolgung der durch die radioaktiven Produkte der Atombomben markierten Luftmassen auch in den von den Orten der atomtechnischen Versuche sehr entfernt liegenden Ländern anregen und auf Möglichkeiten hinweisen, die neueren Ergebnisse der atmosphärischen Strömungsforschung solchen Untersuchungen nutzbar zu machen.

Bei der in der Atomtechnik benutzten Spaltung schwererer Atomkerne entstehen mehr als 80 verschiedene radioaktive Spaltprodukte, die mit sehr unterschiedlichen Halbwertszeiten in der Größenordnung von Sekundenbruchteilen bis Jahren meist unter Aussendung von Beta- und auch Gammastrahlen in stabile Atomkerne umgewandelt werden. Im Anschluß an die Atombombenexplosionen gelangen diese radioaktiven Produkte, einschließlich ungespaltener Restsubstanzen der Bombe, zum Teil an neutrale Partikeln adsorbiert, in mehr oder weniger fein verteilter Form in die Atmosphäre, wobei die leichteren Teilchen als Schwebestoffe (Aerosole) mit den Luftströmungen auf weite Strecken fortgeführt werden können. Die Aktivität solcher radioaktiver Schwaden vermindert sich allmählich durch Absinken der Teilchen entsprechend dem STOKESschen Gesetz, infolge Diffusion und Turbulenz und durch den Aktivitätsabfall der Restprodukte.

Nach Angaben von HIRSCHFELDER und Mitarbeitern [*8*] sowie von HUNTER und BALLOU [*10*] besitzen die Spaltprodukte einer Normalbombe 1 min nach der Explosion etwa die Aktivität von $10^6$ Megacurie entsprechend einer Menge von $10^{12}$ g = $10^6$ t Radium. Wegen des hohen Anteils kurzlebiger Spaltprodukte verringert sich diese gewaltige Aktivität bereits nach 1 Std auf etwa $^1/_{1000}$. Nach einem Tag verbleiben aber immer noch über 100 t, nach einer Woche noch über 10 t Radiumäquivalent. Methoden der Entnahme der auf Aktivität zu untersuchenden Proben aus Luft oder aus Niederschlägen sowie der Identifizierung der Radioaktivität solcher Proben wurden ausgearbeitet ([*2*], [*3*] und [*9*]). Prüft man deren Radioaktivitätsabfall, so kann man vor allem sicherstellen, ob es sich tatsächlich um Stoffe aus Kernexplosionen und nicht etwa um Beimengungen natürlicher atmosphärischer Radioaktivität handelt. Im übrigen lassen sich die in Regen- oder Schneewasser enthaltenen Spaltprodukte auch chemisch identifizieren, wie es beispielsweise MEINKE [*13*] tat.

Berichte über die Verbreitung solcher radioaktiver Schwaden, auch über den Luftraum der Ozeane hinweg, werden in steigender Anzahl bekannt [*2*], [*4*] und [*9*]. Beobachtungen solcher Art lassen erkennen, daß die Verfolgung derart radioaktiv markierter Luftmassen nicht nur ein willkommenes Hilfsmittel zum Studium horizontaler und vertikaler Luftmassenbewegungen sein kann, sondern daß eine laufende Überwachung der Atmosphäre auf ihren Radioaktivitätsgehalt, wie sie in den Vereinigten Staaten durchgeführt wird, auch bei uns im Interesse vieler wissenschaftlicher Arbeiten, etwa der Höhenstrahlung und der angewandten Isotopentechnik, in besonderen Fällen auch der Lufthygiene liegt.

Die Aktivität solcher Schwaden ist im allgemeinen relativ gering und gefährdet die organische Welt kaum, noch beeinflußt sie in entscheidendem Ausmaße das Wetter. Es darf aber nicht übersehen werden, daß unter Umständen bei entsprechenden meteorologischen Verhältnissen erhebliche Mengen radioaktiver Substanz auch über weite Strecken transportiert werden können. So berichteten HOLTER und GLASSCOCK [*9*], daß bei dem Atombombenversuch in Nevada am 5. 6. 52 am selben Tage im Gebiet von Helena im Staate Montana (USA.), also über eine Entfernung von mindestens 800 km, über 1 Kilocurie, d.h. 125 Curie pro englische Quadratmeile, allein durch den Regen niedergeschlagen wurde. Die Schuhe der Bevölkerung ergaben dabei für die Gammastrahlen eine Bestrahlung von 1,5 Milliröntgen pro Stunde, also eine der üblichen Toleranzdosis schon nahekommende Strahlenmenge.

Unsere Betrachtungen zur Frage der Eignung radioaktiver atomtechnischer Aerosole als Markierungsmittel bei Arbeiten auf dem Gebiete der meteorologischen Strömungsforschung wurden angeregt durch einen Befund, den wir vor allem zwischen dem 18. und 20. 10. 51 in Wittental i. Br. (47° 59,5′ N; 7° 56,8′ E; 360 m über NN) machten. Es wurden hier über mehr als 2 Jahre sehr häufig werktägig und meist mehrmals am Tage Bestimmungen der Grundaktivität durchgeführt. Für die Messungen wurde ein ungepanzertes, dünnwandiges, für Betastrahlen durchlässiges GEIGER-MÜLLER-Zählrohr mit 25 cm² Oberfläche verwendet. Der mittlere Wert des Nulleffektes betrug 48 Impulse pro Minute. Es wurden jedoch auch Spitzenwerte bis 70 ipm, in sehr seltenen Einzelfällen sogar bis 80 ipm erreicht. In vergleichbarer Größenordnung bewegen sich auch Meßwerte, die in geringer Entfernung von unserem Beobachtungsort in den Wintermonaten des Jahres 1951/52 durch LOSSNITZER [*12*] gewonnen wurden. Lediglich zwischen dem 18. und 20. 10. 51 wurden unsere üblichen Werte der Grundstrahlung durch zeitlich unterschiedliche Impulszahlen und zwar auch am offenen Fenster überschritten. Die Überschreitung betrug gegenüber dem normalen Mittel des Nulleffektes maximal das 2,5fache. Nehmen wir vorsichtshalber einen Mittelwert der Maxima (70 ipm) zur Grundlage, so beträgt die Überhöhung noch immer

das 1,7fache. Solche hohen Werte waren von uns hier bei mehr als zweijähriger Messung noch nicht beobachtet worden. Wir fanden für sie auch keine Begründung in lokalen, meteorologischen oder astrophysikalischen Ursachen. In Fig. 1 geben wir die Ergebnisse der damaligen Messungen wieder, die im einzelnen jeweils bis zu 18mal wiederholt wurden (Beobachter zumeist W. MECKE). Da an diesen Tagen Niederschläge am Beobachtungsort nicht fielen, wurde lediglich die Aktivität der Luft bestimmt. Eine Bestimmung des Aktivitätsabfalls und damit eine eindeutige Zuordnung der radioaktiven Schwaden erfolgte nicht. Als am 22. 10. 51 die Regierung der USA. von einer erfolgten fremden atomtechnischen Explosion berichtete, konnte daher auch nur bestenfalls vage vermutet werden, daß der von uns in Wittental i. Br. beobachtete Effekt im Zusammenhang mit dieser Explosion und dem dabei freigesetzten radioaktiven Aerosol stand. Eine von Herrn Prof. Dr. LOSSNITZER damals veranlaßte Umfrage erbrachte keine Hinweise auf ähnliche Beobachtungen anderwärts.

Nun veröffentlichten HOLTER und GLASSCOCK [*9*] im August 1952 eine eingehendere Analyse jenes erwähnten, auf eine fremde atomtechnische Explosion im Oktober 1951 zurückzuführenden radioaktiven Aerosols auf Grund von Aktivitätsbestimmungen in Helena (Montana) (46° 4′ N; 112° 4′ W; 1257 m über NN). Die Veröffentlichung gab uns Veranlassung, unsere Beobachtung vom Oktober 1951 nochmals näher zu prüfen und dabei vor allem zu untersuchen, ob die in Helena festgestellten radioaktiven Schwaden so transportiert werden konnten, daß sie zur Zeit der in Wittental i. Br. beobachteten Aktivitätsmaxima nach hier gelangt sein konnten. Einer der Verfasser untersuchte diese Frage näher, und zwar, um jede Beeinflussung zu vermeiden, zunächst ohne Kenntnis der Einzelheiten der in Wittental i. Br. gemachten Beobachtungen. Obwohl dabei die gewiß sehr strenge Forderung gestellt worden war, daß Luftteilchen von Helena über meist mehr als 10000 km Wegstrecke in einer vorgegebenen Zeit an einem bestimmten Zielpunkt eintreffen mußten, ergab die aerologische Analyse in überraschender Weise eine so hohe Eintreffwahrscheinlichkeit, daß wir in unserer ursprünglich vagen Vermutung, in Wittental i. Br. Reste jener in Helena in USA. gemessenen radioaktiven Schwaden beobachtet zu haben, bestärkt werden mußten.

In Helena (USA.) wurden nach HOLTER und GLASSCOCK [*9*] erhöhte Aktivitäten des Niederschlages, deren Herkunft aus einer fremden atomtechnischen Explosion gesichert ist, gemessen am: 6. 10. 51, 19.50 Uhr Ortszeit mit dem Faktor 10,8 gegenüber der Grundstrahlung, 14. 10. 51, 23.55 Uhr Ortszeit mit dem Faktor 1,5 und 16. 10. 51, 20.00 Uhr Ortszeit mit dem Faktor 0,76. Der Aktivitätsabfall der Proben zeigte einen höheren Anteil von Radioisotopen mit längeren Halbwertszeiten als bei den früher beobachteten amerikanischen Atombombenexplosionen.

Es soll nun im folgenden untersucht werden, welchen Weg die an den einzelnen Tagen in Helena innerhalb des Beobachtungszeitraumes startenden Luftteilchen unter Berücksichtigung ihrer Transportgeschwindigkeit nehmen, und ob bzw. wann sie dabei im Luftraum über Wittental ankommen konnten.

Die Konstruktion von Strombahnen über derartig weite Strecken und verhältnismäßig lange Zeiträume ist unter normalen Strömungsverhältnissen nicht unbedenklich. Bei nicht sehr ausgeprägten Strömungen ist es wahrscheinlich, daß die Bahnkurven schon nach wenigen Tagen, unter Umständen Stunden, nicht mehr eindeutig zu bestimmen sind und es sehr weit auseinanderliegende Möglichkeiten für die Lage der markierten Teilchen gibt. Die folgende Untersuchung mit den ausgedehnten Strombahnen wurde nur dadurch ermöglicht, daß in dem in Frage kommenden Zeitabschnitt eine *Führungsströmung* zur Verfügung stand, die über weite Strecken eine innerhalb weniger Breitengrade eindeutige Strombahn lieferte. Es handelt sich dabei um das Starkwindfeld des „atmosphärischen Ringstroms", womit nach einem Vorschlag von LOSSNITZER [*14*] die in der amerikanischen Literatur mit „jet stream" bezeichnete Strömung gemeint ist. Daß eine solche Führungsströmung vorhanden ist, halten wir zum Zustandekommen von langen Bahnkurven für so bedeutungsvoll, daß wir umgekehrt in unseren weiteren Messungen beim Auftreten des Effektes auf einen gut ausgeprägten atmosphärischen Ringstrom schließen wollen. Weiterhin ist für die Betrachtung von Vorteil, daß die Aerosolwolke eine gewisse Längen- und Breitenausdehnung hat, so daß auch bei einem teilweisen Ausscheren der Randteile immer noch genügend radioaktive Teilchen in der Hauptbahn mitgeführt werden. Auf Grund dieser Überlegungen wurde in dem vorliegenden, allerdings wohl besonders günstigen Fall die Konstruktion solcher ausgedehnten Strombahnen in Angriff genommen.

Für die Berechnungen lag die Zirkumpolarkarte des Zentralamtes für Wetterdienst in Bad Kissingen [*1*] vor. Verwendet wurde die Karte der Topographie der 500 mb-Fläche. Wir wählten diese Karte, weil sie etwa das mittlere Niveau der Troposphäre angibt, und weil wir nach den verfügbaren Unterlagen annehmen mußten, daß ein beträchtlicher Teil der radioaktiven Restprodukte einer in diesem Falle vermutbaren atomtechnischen Explosion etwa in diese Höhen geschleudert wurde oder bei einem noch höheren Aufwärtstransport zwischenzeitlich dorthin abgesunken war.

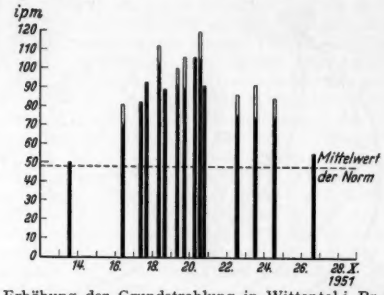


Fig. 1. Erhöhung der Grundstrahlung in Wittental i. Br. über die Mittelwerte der Norm. Die Spitzenwerte der Norm liegen zwischen 70 und 80 ipm (vgl. [*5*]). Die gefüllten Rechtecke geben die Mittel je einer Gruppe von Einzelmessungen, die nicht ausgefüllten Rechtecke die in dieser Gruppe außerhalb der statistischen Schwankung auftretenden Maxima der Impulszahlen pro Minute (ipm) an.

Der Zeitpunkt des 6. 10. 51, 19.50 Uhr Ortszeit[1]), zu dem in Helena (USA.) die erste und stärkste Aktivitätserhöhung gemessen wurde, entspricht etwa dem 7. 10. 51, 03.00 Uhr GMT. Die Zirkumpolarkarte des Zentralamtes Bad Kissingen gibt für Helena in der Nacht zum 7. 10. 51 den Durchzug einer Kaltfront an, mit der wohl der auf seine Aktivität untersuchte Regen in Zusammenhang stand. Es wurde nun strömungsmäßig der Weg eines Luftteilchens mit Ausgangspunkt Helena am 7. 10. 51, 03.00 Uhr GMT, verfolgt. Die Untersuchung ergab die Kurve *II* der Fig. 2. Die betrachteten Teilchen trieben mit dem Starkwindfeld des atmosphärischen Ringstromes nach Osten, umwanderten eine große russische Antizyklone und erreichten mit einer allgemeinen Ostströmung am 17./18. 10. Deutschland. Mit der herrschenden Nordostströmung erfolgte zunächst der Transport nach Südwesten. Unter dem Einfluß eines über Frankreich liegenden Tiefs trat jedoch eine zyklonale Umbiegung der Strömung ein, so daß von Südwesten her im Laufe des 18. 10. Südwestdeutschland passiert wurde. In den Nachmittagsstunden des 18. 10. wurde tatsächlich in Wittental die erste Spitze einer über das Normale hinausgehenden Erhöhung der Grundstrahlung festgestellt.

Für die in Wittental am 18. 10. gemessene Aktivitätsspitze gibt es noch eine zweite Erklärungsmöglichkeit. Es könnte nämlich schon im Laufe des 6. 10. eine erhöhte Aktivität über Helena vorhanden gewesen sein, die aber nicht zur Messung gelangte, weil an diesem Tag bei überwiegendem Hochdruckeinfluß kein Regen fiel. Die Konstruktion einer Bahnkurve mit dem 6. 10., 03.00 Uhr GMT und Helena als Ausgangspunkt zeigt tatsächlich eine Überquerung von Südwestdeutschland im Verlauf des 18. 10. Die für die gesamte Strecke zurückgelegte Zeit ist dabei wegen einer starken südlichen Ausbiegung der Kurve um rund einen Tag länger (*I* der Fig. 2). Die Bahnkurven, die am 8. 10. oder in den darauffolgenden 5 Tagen von Helena ausgingen, führten die Teilchen nicht nach Südwestdeutschland.

[1]) Unsere 1. Mitteilung [7] gibt hier versehentlich den 16. 10. an.

Am 15. 10. in der Frühe nach GMT wurde in Helena erneut eine erhöhte Aktivität der Niederschläge gemessen. Die am 15. 10., 03.00 Uhr GMT, von Helena ausgehende Bahnkurve liegt nun aber am 20. 10. weitab an der Ostküste des Schwarzen Meeres, so daß sie zur Erklärung des Aktivitätsmaximums am 20. 10. in Wittental nicht herangezogen werden kann. Am Vortag, dem 14. 10., war in Helena nach den hier vorliegenden Unterlagen kein Niederschlag gefallen. Eine eventuell an diesem Tage über Helena vorhanden gewesene Wolke eines radioaktiven Aerosols konnte also dort nicht zur Messung gelangt sein. Unter der Voraussetzung einer auch an diesem Tage in Helena vorhanden gewesenen atomtechnischen Radioaktivität könnte diese zur Erklärung der zweiten in Wittental gemessenen Spitze der Aktivität herangezogen werden, denn die am 14. 10. Helena passierenden Luftteilchen folgen wiederum dem Ringstrom an seinem südlichen Rand und werden am 20. 10. mit der Südverlagerung des Starkwindfeldes nach Südwestdeutschland gedrückt (*III* der Fig. 2).

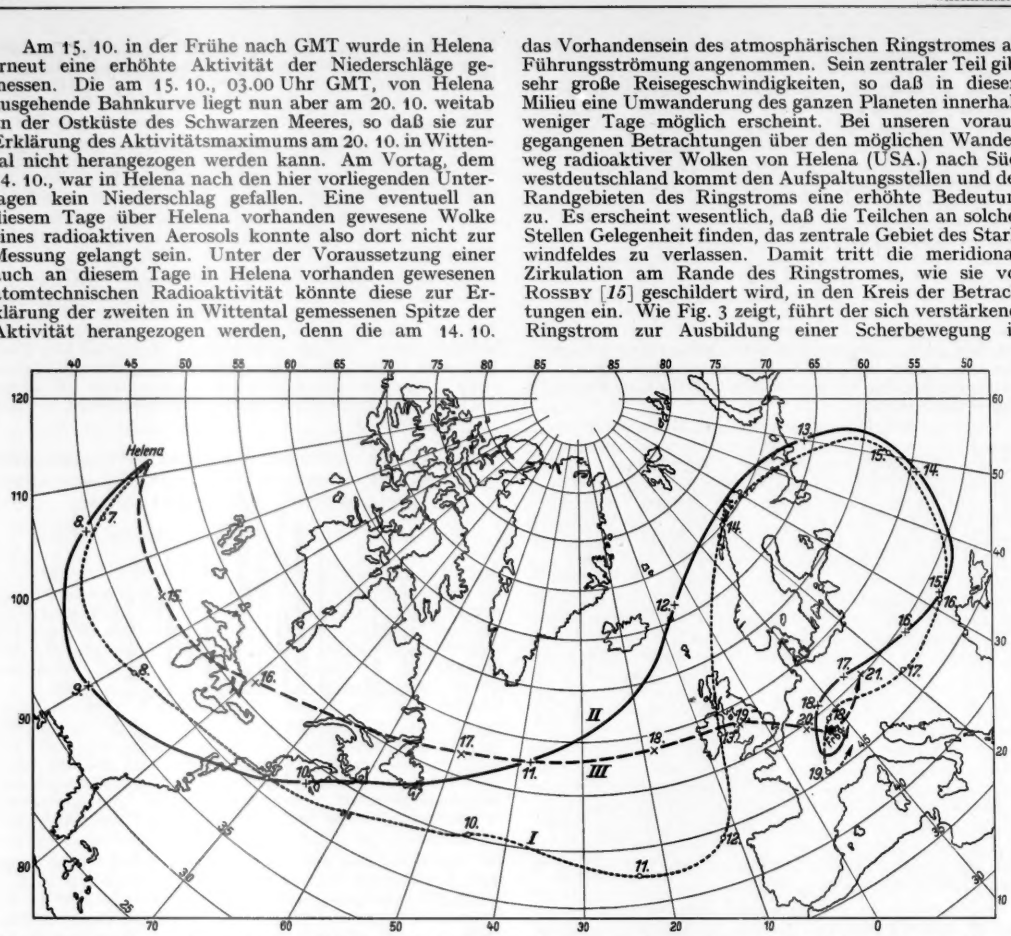


Fig. 2. Kurven der aus den Strömungsverhältnissen der 500 mb-Fläche errechneten Strombahnen mit verschiedenen Ausgangszeiten von Helena (USA.). - - - Beginn 6. X. 1951 03.00 Uhr GMT. —— Beginn 7. X. 1951 03.00 Uhr GMT. — — — Beginn 14. X. 1951 03.00 Uhr GMT.

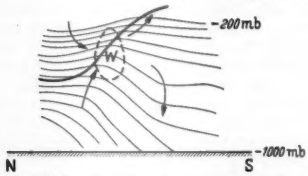


Fig. 3. Wahrscheinliche Meridionalströmung am Rande eines sich verstärkenden Ringstroms nach Rossby [*15*]. Schwach ausgezogene Linien: Linien gleicher potentieller Temperatur; stark ausgezogen: Tropopause.

Eine am 16. 10. von Helena ausgehende Bahnkurve erreicht Südwestdeutschland am 22. 10., ging aber für Wittental nicht mehr mit einer beobachteten Aktivitätserhöhung parallel.

Die hier durchgeführten, relativ groben Luftbahnanalysen können zum besseren Verständnis auch der Einzelvorgänge noch durch zusätzliche aerologische Betrachtungen ergänzt werden.

Die Entfernung zwischen den beiden Meßpunkten Helena (USA.) und Wittental i. Br. längs des Großkreises beziffert sich auf rund 10000 km. Die Bahn der vom 6. 10. an ab Helena verfolgten Teilchen beträgt etwa 18000 km, bis sie Süddeutschland schneidet. Für den Transport von ausschlaggebender Bedeutung haben wir das Vorhandensein des atmosphärischen Ringstromes als Führungsströmung angenommen. Sein zentraler Teil gibt sehr große Reisegeschwindigkeiten, so daß in diesem Milieu eine Umwanderung des ganzen Planeten innerhalb weniger Tage möglich erscheint. Bei unseren vorausgegangenen Betrachtungen über den möglichen Wanderweg radioaktiver Wolken von Helena (USA.) nach Südwestdeutschland kommt den Aufspaltungsstellen und den Randgebieten des Ringstroms eine erhöhte Bedeutung zu. Es erscheint wesentlich, daß die Teilchen an solchen Stellen Gelegenheit finden, das zentrale Gebiet des Starkwindfeldes zu verlassen. Damit tritt die meridionale Zirkulation am Rande des Ringstromes, wie sie von Rossby [*15*] geschildert wird, in den Kreis der Betrachtungen ein. Wie Fig. 3 zeigt, führt der sich verstärkende Ringstrom zur Ausbildung einer Scherbewegung im Tropopausenniveau nach außen, da hier die Corioliskraft wenigstens vorübergehend über die Gradientkraft überwiegt. Dadurch entsteht südlich des Starkwindfeldes eine Anhäufung von Teilchen und eine Abwärtsbewegung, während in unmittelbarer Nähe starke Aufgleitvorgänge eintreten.

Diese Meridionalbewegung ist wegen der unterschiedlichen Meßmethoden in Helena und Wittental in unserem Falle noch von spezieller Wichtigkeit. Die Messungen in Helena berücksichtigen die Aktivitäten des Niederschlags, erfassen also Luftaktivitäten bis in Wolkenhöhe. Daher erscheint auch die das Hauptaufgleit- und Wolkengebiet gut erfassende Höhe von etwa 5000 m zur Durchführung der Luftbahnanalysen am günstigsten verwendbar. In Wittental wurde ein anderes Meßverfahren, nämlich die Bestimmung der Luftaktivität in 360 m über NN, angewandt. Es war hier also unbedingt notwendig, daß die Teilchen durch Abwärtsbewegung bis zum Meßgerät herankamen. Eine solche Absinkbewegung findet sich nach Fig. 3 in einem Teil der Luftschichten am Rande des atmosphärischen Ringstroms und kann den natürlichen Sedimentationsvorgang unterstützen.

Die Höhenkarten zeigen, daß sich der Ringstrom vom 19. zum 21. 10. 51 Süddeutschland stetig nähert. Die Passage erfolgte vom 22. zum 23. 10. 51. Es ist also anzunehmen, daß am 20. 10. der Meßort sich wenigstens zeitweilig unter dem in Fig. 3 dargestellten, nach unten gehenden Zirkulationszweig befand, der die Heranführung der Zerfallsprodukte zum Meßgerät wesentlich begünstigen konnte. Unter der Voraussetzung der Markierung des Ringstroms durch ein radioaktives Aerosol können also Messungen solcher Art als Beweis für das

Vorhandensein dieser Zirkulation dienen. Synoptisch gesehen prägt sich die Luftzufuhr häufig in einem Luftdruckanstieg und in der Bildung einer Hochdruckbrücke aus. Auch in dem von uns hier betrachteten Fall zeigt sich auf der Bodenkarte des 20. 10. 51 eine Hochdruckbrücke zwischen dem russischen und dem atlantischen Hoch. Damit in Zusammenhang überquert auch eine Divergenzlinie, die erfahrungsgemäß gut ausgeprägte Absinkbewegungen bringt, Südwestdeutschland. Auch am 18. 10. 51 wandert zur Zeit der Beobachtung der ersten Aktivitätsspitze eine Bodendivergenz innerhalb einer Hochdruckbrücke über Südwestdeutschland hinweg. Der Ringstrom hat dabei die von ROSSBY als maximal angegebene Entfernung von 10 Breitengraden.

Durch eine ins einzelne gehende Betrachtung der aerologischen Vorgänge und der Wetterlage wird also auch die Möglichkeit gestützt, daß Zusammenhänge zwischen den über Helena festgestellten atomtechnischen radioaktiven Schwaden und den Beobachtungen einer Aktivitätserhöhung der Luft in Wittental i. Br. bestehen. Die hier verfolgten radioaktiven Aerosole waren bereits über Tausende von Kilometern zum Raum von Helena (USA) antransportiert worden. Es ist weder physikalisch noch meteorologisch ein Grund zu finden, daß diese Schwaden radioaktiver Substanz sehr bald vollständig aus der Atmosphäre verschwinden konnten. Man muß vielmehr annehmen, daß diese, wenn auch abgeschwächt, auch nach Europa gelangt sind. Es wäre weitgehend unerklärlich, wenn dies nicht der Fall wäre, und wenn zumindest zu den errechneten Terminen, an denen wir in Wittental i. Brsg. Aktivitätserhöhungen feststellten, im Luftraum über Südwestdeutschland keinerlei zusätzliche Radioaktivität atomtechnischen Ursprungs vorhanden gewesen wäre.

Es ist auch nicht anzunehmen, daß die in Wittental beobachteten radioaktiven Schwaden am Erdboden in geschlossenen Wolken mit größerer Raumausdehnung und längere Zeit gleichbleibenden Impulswerten ankommen konnten. So wurden von uns auch nur sehr unterschiedliche, oft recht kurzzeitige Aktivitätserhöhungen mit zwei stärker hervortretenden Spitzen beobachtet. Die Annahme einer starken Inhomogenität der Schwaden steht auch im Einklang mit den Beobachtungen in Helena, nach denen bereits dort die radioaktiven Wolken außerordentlich langgezogen und wohl auch zerklüftet waren und zu Aktivitätserhöhungen innerhalb von 10 Tagen führten. Man muß demnach erst recht auch für Europa annehmen, daß dieses radioaktive Aerosol nach einem weiteren Ferntransport über eine große Fläche sehr inhomogen innerhalb der Troposphäre verteilt oder „verschmiert" war. Die von uns gezeichneten Strombahnen können deshalb, wie schon hervorgehoben, lediglich die mittleren Transportbewegungen der Schwaden zur Darstellung bringen.

Zerklüftung und Zerteilung des radioaktiven Aerosols sowie ein Antransport in relativ kurzzeitigen Schüben könnten eine Erklärung dafür abgeben, daß der von uns beobachtete Effekt innerhalb der fraglichen Zeit auf dem Schauinsland bei Freiburg i. Br., etwa 1000 m über unserem Beobachtungsort, bei fünf einzelnen Kontrollbeobachtungen im Zusammenhang mit Höhenstrahlmessungen von SITTKUS [*16*] nicht beobachtet werden konnte. Es wurde dort am 16., 17., 19., 20. und 22. 10. 51 jeweils eine Kontrollmessung der Zählrohrimpulse je einer der beiden, sonst zu einer Koinzidenzbeobachtung der Höhenstrahlen zusammengekoppelten Zählrohrgruppen durchgeführt und zwar leider zu Zeiten, die nicht mit den Zeiten unserer Maxima übereinstimmen. Im übrigen wurden hierbei die in der Höhenstrahlmessung üblichen, für Betastrahlen nicht durchlässigen, relativ dickwandigen Gammazählrohre verwendet. Bei den Spaltprodukten ist aber die Emissionsrate der Betapartikeln etwa zweimal so groß wie diejenige der Photonen der Gammastrahlung (HIRSCHFELDER und Mitarbeiter [*8*]). Außerdem bleibt bei allen Diskussionen um die für die Messung atomtechnischer radioaktiver Aerosole geeigneten Methoden zu berücksichtigen, daß die Zählrohrwirksamkeit für Betapartikeln etwa 100mal größer als für Gammastrahlen ist. Wir vermuten nach alledem, daß die Verwendung von Gammazählrohren der Höhenstrahlmessung bei der Kontrolle der Restprodukte aus Atomexplosionen kaum befriedigen wird. Es wird sich daher im Unterschied zur Registrierung der Ultrastrahlung auf jeden Fall empfehlen, die stärker ionisierenden Betastrahlen zur Überwachung etwaiger atomtechnischer radioaktiver Aerosole zu benutzen. Zweifelsohne waren unsere Bedingungen für die Beobachtung eventuell in Schüben herabsinkender radioaktiver Schwaden günstiger, da die Messungen mit einem Betazählrohr und an den fraglichen Tagen mehrmals zu verschiedenen Zeiten durchgeführt worden sind. Die Beobachtungen von SITTKUS [*16*] auf dem Schauinsland und unsere eigenen Messungen und Kombinationen liegen daher methodisch und zeitlich auf verschiedenen Ebenen.

Inzwischen hat Herr Dr. SITTKUS im Sommer 1953 in einem Vortrag über die Fortsetzung seiner Messungen der Radioaktivität von Niederschlägen [*17*] berichtet. Er konnte hierbei das Auftreten atomtechnischer radioaktiver Produkte nachweisen und sie Atombombenexplosionen in Nevada zuordnen.

Eine weitere Stütze unserer Ergebnisse stellen die Messungen von HAXEL und SCHUMANN [*4*] mit Hilfe der Filtermethode auf dem Königsstuhl bei Heidelberg dar. Sie fanden vom 13. bis 15. 5. 53 einen Anstieg der Radioaktivität der länger lebenden Zerfallsprodukte. Mit Hilfe der Zerfallskurven konnten sie das Datum der Explosion auf den 8. 5. 53 festlegen. An diesem Tage fand in Las Vegas (Nevada, USA.) ein Atombombenversuch statt. Dieses unabhängig von unseren Messungen gewonnene Ergebnis ermöglichte es, die Brauchbarkeit der Methode der Strombahnkonstruktion für den Transport eines radioaktiven Aerosols über große Entfernungen nachzuprüfen. Eine von uns durchgeführte Analyse des Verbreitungsweges zeigte, daß wiederum als wesentlicher Bestandteil des Transportmechanismus das Starkwindfeld des atmosphärischen Ringstroms anzusehen ist.

Ungeachtet möglicher Unsicherheiten in der Zuordnung unserer in Wittental i. Br. gemachten Beobachtungen verbleibt auf der Grundlage des bis heute vorliegenden allgemeinen Beobachtungsmaterials über atomtechnische radioaktive Aerosole die Erkenntnis, daß diese über weite Strecken, unter Umständen erdumspannend, transportiert und zumindest zeitweise zu einem nicht zu vernachlässigenden Bestandteil der Atmosphäre werden können, daß sie ein ausgezeichnetes Markierungsmittel zum Studium der horizontalen und vertikalen Bewegungen von Luftteilchen sowie zur Prüfung aerologischer Theorien, insbesondere auch der Theorie des atmosphärischen Ringstroms darstellen, und daß deshalb und auch aus lufthygienischen Gründen sowie zur Unterstützung anderer wissenschaftlicher Arbeiten, etwa auf dem Gebiet der Höhenstrahlforschung und der Isotopentechnik, ihr Studium eine dankbare und notwendige Zukunftsaufgabe darstellt.

*Zusammenfassung.*

1. Die Markierung von Luftmassen durch radioaktive Produkte aus atomtechnischen Arbeiten (Atombombenversuchen) erlaubt Untersuchungen auf dem Gebiete der meteorologischen Strömungsforschung, insbesondere zum Studium horizontaler und vertikaler Luftbewegungen und zur Prüfung aerologischer Theorien.

2. Angeregt durch Beobachtungen einer über die Norm erhöhten Grundstrahlung in Wittental i. Br., haben wir den Wanderweg der von HOLTER und GLASSCOCK über Helena im Staate Montana (USA.) zwischen dem 6. und 16. 10. 51 gemessenen radioaktiven Schwaden atomtechnischer Herkunft verfolgt. Es besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, daß die in Helena und Wittental beobachteten Aktivitätserhöhungen eine gleiche Ursache haben.

3. Es wird diskutiert, in welcher Weise der Transport der radioaktiven Schwaden erfolgen konnte und welche Bedeutung dabei den Vorgängen im Bereich des atmosphärischen Ringstromes (jet stream) zukommt.

4. Radioaktive atomtechnische Aerosole können zumindest zeitweise zu einem nicht zu vernachlässigenden Bestandteil der Atmosphäre werden. Ihr intensiveres Studium erscheint auch zur Unterstützung wissenschaftlicher Arbeiten (Isotopentechnik, Höhenstrahlforschung) sowie aus lufthygienischen Gründen aktuell.

5. Atombombenversuche sollten Veranlassung geben, in einer länderumfassenden Gemeinschaftsarbeit systematische Untersuchungen über den Wanderweg der dabei entwickelten radioaktiven Aerosole durchzuführen.

**Literatur.**

[1] Dtsch. Wetterdienst in der US-Zone, Bad Kissingen: Wetterkarte. — [2] GARRIGUE, H.: C. R. hebd. Séances Acad. Sci. **232**, 1003—1004 (1951). — [3] HAXEL, O.: Z. angew. Physik **5**, 241—242 (1953). — [4] HAXEL, O., u. G. SCHUMANN: Naturwiss. **40**, 458—459 (1953). — [5] HERBST, W.: Ann. Meteorologie **5**, 175—184 (1952). — [6] HERBST, W., u. K. PHILIPP: Z. Aerosolforsch. **1**, 43—57 (1952). — [7] HERBST, W., u. K. PHILIPP: Naturwiss. **40**, 54 (1953). — [8] HIRSCHFELDER, J. O., D. B. PARKER, A. KRAMISH, R. C. SMITH and S. GLASSTONE: The effects of atomic weapons. Washington 1950. — [9] HOLTER, N. J., and W. R. GLASSCOCK: Nucleonics **10**, 10—13 (1952). — [10] HUNTER, H. F., and N. E. BALLOU: Nucleonics **9**, C-2 (1951). — [11] LOSSNITZER, H.: Ber. des Dtsch. Wetterdienstes in der US-Zone Nr. 35, S. 76—79. 1952. — [12] LOSSNITZER, H.: Jber. mit Abh. des Bad. Landeswetterdienstes 1951/52. S. 154. 1953. — [13] MEINKE, W.: Science [Lancaster, Pa.] **113**, 545—546 (1951). — [14] NEUWIRTH, R.: Arch. Meteorol., Geophys., Ser. A **6**, 59—77 (1953). — [15] ROSSBY, G.: In G. P. KUIPER, The atmosphere of the earth and planets, Kap. II. Chicago 1949. — [16] SITTKUS, A.: Naturwiss. **40**, 198 (1953). — [17] SITTKUS, A., B. GANZ u. E. REMY: Z. Naturforsch. **8a**, 317—322 (1953).



*Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie, Wittental i. Br. (Direktor: Prof. Dr.* H. BLEIER), *dem Meteorologischen Observatorium Freiburg des Deutschen Wetterdienstes (Direktor: Prof. Dr.* H. LOSSNITZER) *und dem Radiologischen Institut der Universität Freiburg i. Br. (Direktor: Prof. Dr.* H. LANGENDORFF).


Eingegangen am 14. Oktober 1953.

# Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

## Über eine ungewöhnliche Verdopplung von Spektrallinien.

Bei der Aufnahme von Spektren mit dem Zeiss-Dreiprismenspektrographen mit Autokollimationskamera (f = 1300 mm) zeigte sich eine Verdopplung von Spektrallinien, so oft die Spektren angeregt wurden mit einem hochfrequenzgesteuerten Abreißbogen. Die Abstände der Komponenten weisen einen klaren Gang auf mit dem Brechungsindex: sie sind um so größer, je weiter die Linien im mehr brechbaren Teil des Spektrums liegen.

Als eigentliche Ursache dieser Verdopplung ergab sich eine Oszillation der Prismen, die in Periode und Phase übereinstimmte mit den Perioden des benutzten Wechselstroms. Die Vibrationen des Abreißbogengerätes übertrugen sich nämlich auf den Spektrographen und seine Prismen. Anfangs schien uns eine derartige Verlagerung der Spektrallinien unvereinbar mit der Theorie. Denn kleine Drehungen des Prismas haben auf die Lage des Minimumstrahles keinen Einfluß, und außerhalb dieses Gebietes müßten eventuelle Verlagerungen so gering sein, daß sie praktisch kaum in Erscheinung treten. Das gilt allerdings nur für Prismen gewöhnlicher Art, nicht aber für Prismen konstanter Ablenkung, wie ein solches im FÖRSTERLINGschen Satz vorliegt. Bei diesen bewirkt eine kleine Drehung des Prismas um einen Winkel $d\alpha_1$ eine Ablenkung des Strahles im Minimum um einen Winkel $2d\alpha_1$, wie sich aus einer Differentiation der entsprechenden Gleichungen für den Ablenkungswinkel $\vartheta$ ersehen läßt. Es ist nämlich

$$d\vartheta/d\alpha_1 = 1 \pm d\alpha_2/d\alpha_1,$$

wobei

$$\frac{d\alpha_2}{d\alpha_1} = -\frac{\cos\alpha_1 \cos\beta_2}{\cos\beta_1 \cos\alpha_2}$$

ist. ($\alpha_1$ und $\alpha_2$ sind Einfalls- bzw. Ausfallswinkel und $\beta_1$ und $\beta_2$ die zugehörigen Brechungswinkel im Prisma.) Für gewöhnliche Prismen gilt nun das positive Zeichen in der ersten Gleichung, für Prismen konstanter Ablenkung nach Art des PELLIN-BROCA-Prismas aber das negative. Damit wird unmittelbar einleuchtend, daß $d\vartheta = 0$ für gewöhnliche Prismen und $d\vartheta = 2d\alpha_1$ für Prismen konstanter Ablenkung ist.

Für Strahlen außerhalb des Minimums ändert sich $d\alpha_2/d\alpha_1$, das außer vom Brechungswinkel $\gamma$ auch noch von $n$ und dem jeweiligen Einfallswinkel $\alpha_1$ abhängig ist. So ist auch die Stellung des Prismas in einem Prismensatz von Bedeutung, da jedes Prisma in bestimmter Weise zur Gesamtdispersion beiträgt. Unter der Voraussetzung, daß alle Prismen gleichartig sind in bezug auf den brechenden Winkel $\gamma$ und das Material und daß sie alle für den Strahl $\lambda_0$ mit dem zugeordneten Brechungsindex $n_0$ im Minimum der Ablenkung stehen, läßt sich für $d\alpha_2/d\alpha_1$ eine gute Näherung angeben, in die nur mehr eingehen der brechende Winkel $\gamma$, der Brechungsindex $n_0$, die Differenz $\Delta n$ von der Minimumlage und die Ordnungszahl $k$ des Prismas im Prismensatz. Es ist dann

$$(d\alpha_2/d\alpha_1)_k \doteq A_k = -1/[1 + (2k-1)\, C_0\, \Delta n],$$

wobei

$$C_0 = \frac{2\sin^2\gamma/2\,(1-n_0^2)}{n_0\cos^2\gamma/2\,(1-n_0^2\sin^2\gamma/2)}.$$

Für 60°-Prismen wird

$$C_0 = \frac{8\,(1-n_0^2)}{3\,n_0\,(4-n_0^2)}.$$

Für das Minimum $\Delta n = 0$ wird $A_k = -1$. Die Amplituden der Prismenschwingungen lassen sich nun leicht berechnen aus den Abständen der Linienkomponenten in der Nähe des Minimums, wo der Effekt am reinsten auftritt und nur mehr von dem Prisma konstanter Ablenkung herrühren kann. Auf diese Weise wurden die Amplituden der Oszillationen des Prismas zu 3,5″ gefunden, die zu einer Amplitude von 8,5″ anwuchsen, als der Generator absichtlich mit Druck gegen den Spektrographentisch gelehnt wurde.

Genauere Einzelheiten werden wir bei Gelegenheit in den „Ricerche Spettroscopiche" bieten.


*Astrophysikalisches Laboratorium der Vatikanischen Sternwarte, Castel Gandolfo.*

J. JUNKES S. J. und E. W. SALPETER S. J.


Eingegangen am 13. März 1954.

## Vergleich zwischen Lumineszenz und Exoelektronenemission.

In einer Reihe von Arbeiten ist über eine neue Art von Elektronenemission an Metallen und Nichtmetallen berichtet worden, über die „Exoelektronen"[1–6]. Sie tritt auf an Metallen bei und nach mechanischer Bearbeitung und bei exothermen Umwandlungen, an Nichtmetallen bei und nach mechanischer Bearbeitung, vor allem aber nach einer Bestrahlung mit Röntgenstrahlen, ultraviolettem und unter Umständen sogar sichtbarem Licht, und nach einer Beschießung mit genügend schnellen Teilchen. Die Vielfalt der Erscheinungen und die große Verbreitung dieser Elektronenemission waren zunächst beunruhigend. Es macht keine Schwierigkeiten, sie nachzuweisen, aber ihre Einordnung und Deutung schienen beinahe unmöglich. Im großen Rahmen dürfte diese Aufgabe gelöst werden können durch die Gegenüberstellung dieser Elektronenemission zur Abgabe von Quanten unter den gleichen Bedingungen, also zur Lumineszenz, ein Vergleich, der schon früher angedeutet wurde[5],[6],[7].

Zunächst läßt sich die Abgabe von sichtbarem Licht der Abgabe von Elektronen jedesmal beim Glühen gegenüberstellen, also das Temperaturleuchten den thermischen Elektronen. Nun kommt es schon unterhalb dieser Temperatur zur Abgabe von sichtbarem Licht, dem sog. „kalten" Licht bei der Lumineszenz. Dieser Quantenabgabe muß nun eine entsprechende Abgabe von „kalten" Elektronen gegenüberstehen. Wenn die Energie bestimmter Prozesse für die Abgabe von sichtbarem Licht ausreicht, muß sie bei geeigneten Bedingungen auch für die Emission von „kalten" Elektronen genügen (Tabelle 1). Man kann nun in der Tat allen Erscheinungsarten der Lumineszenz die entsprechenden Vorgänge bei der Emission der Exoelektronen zuordnen (Tabelle 2). Der Chemilumineszenz entspricht eine Elektronenabgabe bei chemischen Prozessen, ein Vorgang, der seit langem bekannt ist. Aber auch der Tribo-, der Kristallo-, der Photo- und der Elektrolumineszenz stehen entsprechende Vorgänge bei der Elektronenemission gegenüber. Dabei existiert nicht nur für jede Lumineszenzart der entsprechende Vorgang bei der Elek-

tronenemission, sondern auch umgekehrt können alle bisher gefundenen Arten von Exoelektronen in diesem Schema untergebracht werden, wobei zunächst diese Zuordnung rein phänomenologisch ist; die Bezeichnungen für die einzelnen Lumineszenzarten sind ja auch phänomenologisch.

*Tabelle 1.*

| Verursacht durch | Emission von | |
|---|---|---|
| | Quanten | Elektronen |
| Temperaturerhöhung | Temperaturleuchten | Thermische Elektronen |
| Exotherme Prozesse | „Kaltes" Licht (Lumineszenz) | „Kalte" Elektronen (Exoelektronen) |

*Tabelle 2.*

| Anregender Prozeß | Emission von | |
|---|---|---|
| | Quanten | Elektronen |
| Chemische Reaktion | Chemilumineszenz | Elektronen bei chemischen Prozessen |
| Mechanische Bearbeitung | Triboluminesszenz | Elektronen bei und nach mechanischer Bearbeitung |
| Kristallisation | Kristallolumineszenz | Elektronen bei Gitteränderungen |
| Bestrahlung mit Licht | Photolumineszenz | Elektronen bei und nach Bestrahlungen |
| Beschießung mit geladenen Teilchen | Elektrolumineszenz | Elektronen bei und nach Beschießung |

Wenn nun für die Lumineszenz und die Exoelektronenemission die gleichen Prozesse verantwortlich sind, müssen Gesetzmäßigkeiten und Einflüsse, die bei der Lumineszenz von Bedeutung sind, bei der Emission der Exoelektronen entsprechende Wirkungen ausüben. Auch das ist weitgehend der Fall, wie in Tabelle 3 für den Fall angedeutet ist, daß Lumineszenz und Exoelektronenemission durch eine Bestrahlung mit kurzwelligem Licht hervorgerufen sind. Da bei den Elektronen die der Wellenlänge des Lichtes entsprechende Geschwindigkeit noch nicht bestimmt werden konnte, interessiert die Abgabe von Quanten und Elektronen *ohne* Trägheit — Zeile 1 in Tabelle 3 — vorerst nicht. Das Verhältnis von Fluoreszenz zu Phosphoreszenz, also von Quantenabgabe ohne und mit Trägheit[8]), kehrt aber auch bei den Elektronen wieder, nicht nur während, sondern auch nach der Bestrahlung werden Elektronen abgegeben (Zeile 2). Vielfach wird für die Abgabe von Licht nach der Bestrahlung noch zusätzlich eine Aktivierungsenergie verlangt; wird diese in Form von Wärme eingebracht, spricht man von der Thermolumineszenz, ist sie optisch, haben wir das Ausleuchten, wofür oft eine Wellenlänge im ultraroten Gebiet ausreicht. Die Parallelität bei der Emission der Elektronen ist wieder vollkommen (Zeile 3 und 4 in Tabelle 3). Nach einer Bestrahlung mit kurzwelligem Licht genügt eine geringfügige Erwärmung oder eine Belichtung im sichtbaren oder ultraroten Gebiet, um Elektronen zur Emission zu bringen.

*Tabelle 3.*

| | Emission von | |
|---|---|---|
| | Quanten | Elektronen |
| Ohne Trägheit | Photofluoreszenz | Photoelektronen |
| Mit Trägheit | Photophosphoreszenz | Elektronen *nach* Bestrahlung |
| Thermisch aktiviert | Anfachung der Phosphoreszenz durch Erwärmen (Thermolumineszenz) | Anfachung der Elektronenemission *nach* Bestrahlung durch Erwärmen |
| Optisch aktiviert | Anfachung der Phosphoreszenz durch langwelliges Licht (Ausleuchten) | Anfachung der Elektronenemission *nach* Bestrahlung durch langwelliges Licht |

Es dürfte somit als gesichert anzusehen sein:

1. Neben der Abgabe von „kaltem" Licht, der Lumineszenz, existiert eine Abgabe von „kalten" Elektronen, den Exoelektronen.

2. Prozesse, die eine Lumineszenz ohne und mit Trägheit hervorrufen, können auch eine Emission von Elektronen ohne und mit Trägheit bewirken.

3. Alle Umstände, die die Abgabe von Quanten bei der Lumineszenz beeinflussen, wirken in gleicher Weise auf die Emission der Exoelektronen ein.

Neben dem Gebiet der „Optik kondensierter Phasen" besteht also ein weiteres der „Elektronik kondensierter Phasen". Die Exoelektronen können so ohne Schwierigkeiten eingeordnet werden, sie füllen darüber hinaus eine bisher nicht beachtete Lücke.

*Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.*

Eingegangen am 23. Februar 1954. J. Kramer.

[1]) Kramer, J.: Z. Physik **125**, 739 (1949).
[2]) Kramer, J.: Der Metallische Zustand. Göttingen 1950.
[3]) Kramer, J.: Z. Physik **128**, 539 (1950).
[4]) Kramer, J.: Z. Physik **129**, 34 (1951).
[5]) Kramer, J.: Z. Physik **133**, 629 (1952).
[6]) Kramer, J.: Z. Physik **135**, 251 (1953).
[7]) Kramer, J.: Ber. dtsch. keram. Ges. **30**, 204 (1953).
[8]) Siehe Pohl, R. W.: Einführung in die Physik, Bd. 3, Optik, 7. u. 8. Aufl., S. 239. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer-Verlag 1948.

## Kapazitätsmessungen an legierten Germanium-Indium-Gleichrichtern.

Germanium-Indium-Flächengleichrichter werden im wesentlichen dadurch hergestellt, daß im Vakuum oder unter Schutzgas an ein $n$-leitendes Ge-Scheibchen ein Stück Indium so angeschmolzen wird, daß sich zwischen Indium und Germanium eine Sperrschicht ausbilden kann[1]).

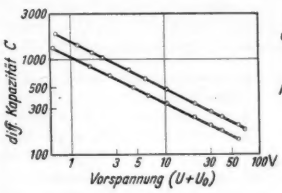


Fig. 1.

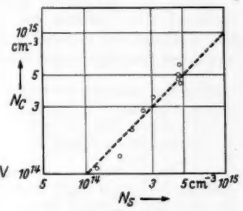


Fig. 2.

Fig. 1. Sperrschichtkapazität in Abhängigkeit von der am Gleichrichter liegenden Spannung. Obere Gerade: Spez. Widerstand = 1,6 Ωcm; $U_0$ = 0,2 V; Fläche = 0,18 cm². Untere Gerade: Spez. Widerstand = 3,6 Ωcm; $U_0$ = 0,6 V; Fläche = 0,20 cm².

Fig. 2. Störstellenkonzentrationen, bestimmt aus Kapazitätsmessung ($N_C$) bzw. Leitfähigkeitsmessung ($N_\varrho$).

Mißt man die differentielle Kapazität $C$ der so hergestellten Sperrschicht in Abhängigkeit von der in Sperrichtung angelegten Vorspannung $U$[2]), so findet man bei allen von uns hergestellten Gleichrichtern

$$1/C^2 = \alpha(U + U_0) \tag{1}$$

[$U_0$ = const ≈ 0 ... 1,0 V; Fig. 1[3]),[4])]. Dieser Verlauf entspricht entweder nach Schottky[5]) einem Metall/Halbleiter-Kontakt[6]) oder nach Shockley[7]) einem abrupten $p$-$n$-Übergang[8]) mit konstanter Störstellendichte $N$ im Halbleiter. Dabei sollte in beiden Fällen die Proportionalitätskonstante $\alpha$ selbst umgekehrt proportional zu $N$ sein[9]):

$$\alpha = \frac{2}{\varepsilon\,\varepsilon_0\,e\,N\,F^2} \tag{2}$$

($\varepsilon$ = Dielektrizitätskonstante, $\varepsilon_0$ = Influenzkonstante, $e$ = Elementarladung, $F$ = Sperrschichtfläche).

Berechnet man nach Gl. (2) und aus dem spez. Widerstand des verwendeten Germaniums die Störstellendichte $N$ (Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = 16$; Elektronenbeweglichkeit $b$ = 3600 cm²/Vs) und vergleicht beide Werte miteinander, so ergibt sich eine gute Übereinstimmung (Fig. 2). Die Abweichungen rühren vor allem aus der ungenauen Bestimmung der Sperrschichtfläche her, die quadratisch in die Rechnung eingeht.

Die beiden voneinander unabhängigen Methoden zur Bestimmung der Störstellenkonzentration im Halbleiter — Leitfähigkeitsmessung und Kapazitätsmessung — führen also im vorliegenden Fall zum gleichen Ergebnis.

*AEG-Laboratorium Belecke.*

HANS-L. RATH.

Eingegangen am 25. Februar 1954.

[1]) HALL, R. N., u. W. C. DUNLAP: Physic. Rev. **80**, 467 (1950). — LINGEL, F. J.: Electronics **25**, 210 June (1952). — HALL, R. N.: Proc. I. R. E. **40**, 1512 (1952).

[2]) Die Kapazitätsmessungen erfolgten an einer Scheinleitwertmeßbrücke bei einer Frequenz von 75 kHz und einer Meßwechselspannung von max. 10 $mV_{eff}$. Der Abgleich geschah durch Kondensator und Widerstand in Parallelschaltung.

[3]) Entsprechende Messungen an Germanium-*p-n-p*-Transistoren: SABY, J. S.: Proc. I. R. E. **40**, 1538 (1952). — Entsprechende Messungen an Silizium-Gleichrichtern: PEARSON, G. L., u. B. SAWYER: Proc. I. R. E. **40**, 1348 (1952).

[4]) Die lineare Abhängigkeit nach Gl. (1) haben wir nicht gefunden bei Gleichrichtern vom Typ G 10/1 N 91 (General Electric Co.), im Gegensatz zu: SABY, I. S., u. W. C. DUNLAP: Physic. Rev. **90**, 630 (1953).

[5]) SCHOTTKY, W.: Z. Physik **118**, 539 (1942).

[6]) LAW, R. R., u. Mitarb.: Proc. I. R. E. **40**, 1352 (1952).

[7]) SHOCKLEY, W.: Bell System. Techn. J. **28**, 435 (1949).

[8]) STEELE, E. L.: Proc. I. R. E. **40**, 1424 (1952).

[9]) Wenn, wie in unserem Fall, eine Störstellenkonzentration groß ist gegenüber der anderen, erfaßt die Kapazitätsmessung nur die kleinere Konzentration: SHOCKLEY, W.: a. a. O.

## Sperrende Kontakte zwischen Germanium und aufgedampften Metallen.

Dampft man auf ein *n*-leitendes Germaniumscheibchen im Hochvakuum ein Metall auf, so erhält man einen Metall-Germanium-Kontakt, der Gleichrichtereffekt[1]), Photoeffekt[2]) und Transistoreffekt[3]) (Injektion von Defektelektronen) zeigt. Nach unseren bisherigen Beobachtungen werden seine Eigenschaften im einzelnen bestimmt durch das Germaniummaterial, den Zustand der Germaniumoberfläche, durch Art und Zustand der Metallschicht und durch die Gasatmosphäre, in die der Gleichrichter nach seiner Herstellung gebracht wird.

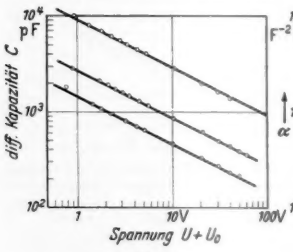


Fig. 1.

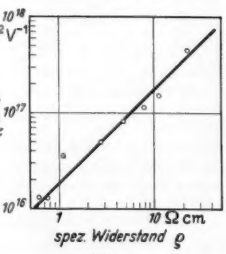


Fig. 2.

Fig. 1. Sperrschichtkapazität in Abhängigkeit von der am Gleichrichter liegenden Spannung. Obere Gerade: Spez. Widerstand $\varrho = 0{,}76\ \Omega$cm; $U_0 = 0{,}3$ V; Gold. Mittlere Gerade: Spez. Widerstand $\varrho = 7{,}6\ \Omega$cm; $U_0 = 0{,}5$ V; Kupfer. Untere Gerade: Spez. Widerstand $\varrho = 22\ \Omega$cm; $U_0 = 0{,}3$ V; Gold. Bedampfte Fläche: 0,28 cm².

Fig. 2. α nach Gl. (1) in Abhängigkeit vom spezifischen Widerstand des Germaniums. Bedampfte Fläche = 0,28 cm². Gold.

Zum Beispiel gelang es nicht, mit *p*-leitendem Germanium sowie mit *n*-leitendem, dessen spezifischer Widerstand unter 0,2 Ωcm lag, einen nennenswerten Sperreffekt zu erzielen.

Die im folgenden mitgeteilten Beobachtungen sind Teilergebnisse. Sie beziehen sich auf Germaniumscheibchen, die vor der Bedampfung chemisch geätzt und mit Wasser und Alkohol gespült worden waren. Während der Bedampfung wurden sie auf Zimmertemperatur gehalten, kurz nach der Bedampfung an Luft gebracht und gemessen. Aufgedampft wurden bei diesen Versuchen Gold und Kupfer.

Mißt man die differentielle Kapazität $C$ der so hergestellten Gleichrichter in Abhängigkeit von der in Sperrichtung angelegten Spannung $U$[4]), so findet man in fast allen Fällen

$$1/C^2 = \alpha(U + U_0). \tag{1}$$

Hierbei ist $U_0$ eine Konstante von etwa 0,5 V (Fig. 1). Dieser Verlauf entspricht nach SCHOTTKY[5]) einem Metall-Halbleiter-Kontakt mit konstanter Störstellenkonzentration $N$ im Halbleiter. Dabei sollte die Proportionalitätskonstante α selbst umgekehrt proportional zu $N$ sein:

$$\alpha = \frac{2}{\varepsilon\,\varepsilon_0\, e\, N F^2} \tag{2}$$

($\varepsilon$ = Dielektrizitätskonstante, $\varepsilon_0$ = Influenzkonstante, $e$ = Elementarladung, $F$ = Sperrschichtfläche).

Diese Proportionalität ist erfüllt (Fig. 2), jedoch wurde α um etwa den Faktor 3 kleiner gemessen, als nach dem spezifischen Widerstand des verwendeten Germaniums zu erwarten war (Dielektrizitätskonstante $\varepsilon = 16$; Elektronenbeweglichkeit $b = 3600$ cm²/Vs).

Es ist zu vermuten, daß diese Abweichung zum großen Teil auf einen noch unbekannten Einfluß der Germaniumoberfläche zurückzuführen ist. Wird das Germaniumscheibchen vor dem Aufdampfen des Metalls mit einer dünnen Lackschicht überzogen oder einer speziellen Oberflächenbehandlung unterworfen, so bleibt zwar die Proportionalität zwischen $1/C^2$ und $U + U_0$ erhalten, jedoch können $U_0$ und insbesondere α wesentlich andere Werte annehmen. Demnach wird α bei diesen Versuchen durch die Störstellenkonzentration des Germaniums, wie sie aus Leitfähigkeitsmessungen folgt, zwar beeinflußt, jedoch nicht von ihr allein bestimmt.

*AEG-Laboratorium Belecke.*

HANS-ULRICH HARTEN.

Eingegangen am 25. Februar 1954.

[1]) GRANVILLE, I. W., u. H. K. HENISCH: Proc. Physic. Soc. B **65**, 650 (1952). — ROKA, E. G., C. H. JACKSON u. R. P. ULRICH: J. Appl. Physics **24**, 228 (1953).

[2]) PANTSCHEKNIKOFF, J. I.: Rev. Sci. Instruments **23**, 135 (1952).

[3]) Über den Transistoreffekt von elektrolytisch auf Ge abgeschiedenen Metallschichten s. W. E. BRADLEY u. Mitarb., Proc. I. R. E. **41**, 1702 (1953).

[4]) Meßverfahren vgl. RATH, H. L.: Naturwiss. **41**, 161 (1954).

[5]) SCHOTTKY, W.: Z. Physik **118**, 539 (1942).

## Volumenänderungen in der Diffusionszone von Oxydsystemen.

Bringt man zwei verschiedene Metalle oder Legierungen miteinander bei höherer Temperatur zur Berührung, dann diffundieren die Metalle mit verschiedener Geschwindigkeit

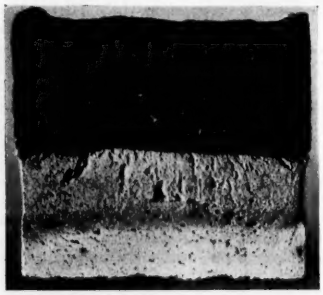

Fig. 1. Meßkörper aus reinem Aluminiumoxyd und Spinell $FeO \cdot Al_2O_3$ nach einer Versuchsdauer von 50 Std bei 1500° C.

ineinander. Dies führt zu der als „KIRKENDALL-Effekt" bekannten Erscheinung, die darin besteht, daß in der Nähe der Phasengrenzfläche auf der Seite des schneller wandernden Metalls Löcher auftreten und auf der Seite des langsamer diffundierenden Metalls Wulstbildung stattfindet. Dieser Effekt wurde zuerst am System Kupfer—Messing beobachtet[1]) und ist in der Zwischenzeit an vielen anderen Metallsystemen bestätigt worden[2]).

Diese an Metallsystemen festgestellten Vorgänge scheinen auch bei Oxydsystemen aufzutreten, wie Untersuchungen im System $FeO - Al_2O_3$ gezeigt haben. Wird reines Aluminiumoxyd bei 1500° C mit dem Spinell $FeO \cdot Al_2O_3$ in Kontakt gebracht, so stellt man nach 50 bis 100stündigem Sintern im Aluminiumoxydteil der Diffusionszone eine Einschnürung fest. Im angeschliffenen Längsschnitt der Probe ist in dieser Zone eine deutliche Auflockerung zu erkennen (Fig. 1). Die größeren Löcher in diesem Bild sind Ausbrechungen, die beim Durchschneiden der Oxydkörper mit einer schnellaufenden Diamantscheibe auftraten. Wie chemische Analysen gezeigt

haben, hat die dunkel verfärbte Zone im Aluminiumoxydteil einen Eisengehalt von etwa 1%. Durch Untersuchungen über das auftretende Diffusionspotential konnte nachgewiesen werden, daß eine überwiegende Ionenwanderung vorliegt[3]).

Die beobachtete Einschnürung in der Nähe der Phasengrenzfläche im Aluminiumoxydteil könnte deshalb dadurch erklärt werden, daß die Aluminiumionen schneller wandern als die Eisenionen. Eingehende weitere Untersuchungen sind im Gange.

*Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf.*

W. A. Fischer und A. Hoffmann.

Eingegangen am 27. Februar 1954.

[1]) Smigelskas, A. D., u. E. D. Kirkendall: Trans. Amer. Inst. Min. Metallurg. Engr. **171**, 130 (1947).
[2]) Seith, W., u. A. Kottmann: Naturwiss. **39**, 40 (1952). — Barnes, R. S.: Proc. Phys. Soc. **65**, 512 (1952). — Seith, W., u. K. Budde: Techn. Ber. Dtsch. Gold- und Silber-Scheideanst. 1953, S. 74.
[3]) Fischer, W. A., u. R. Schäfer: Arch. Eisenhüttenwes. **24**, 307 (1953). — Fischer, W. A., u. A. Hoffmann: Arch. Eisenhüttenwes. (im Druck).

## Phenylation at the —CHO group of aliphatic aldehydes with phenylhydrazine.

Recently Bolcato and Scevola have reported that during the respiration of acetate in presence of phenylhydrazine by means of living cells of *E. coli*[1]) and yeast[2]) benzaldehyde and acetophenone are formed. Many hypothesis have been formulated from these data and with further research it was noticed that the two above mentioned products may also arise respectively from a reaction between formaldehyde or acetaldehyde and phenylhydrazine. As a matter of fact, benzaldehyde and acetophenone can be obtained, in absence of any microbial cells, merely by letting react dilute solutions of formaldehyde or acetaldehyde and phenylhydrazine.

Also propionaldehyde and butyraldehyde are "phenylated" forming respectively propiophenone and butyrophenone. From these results it is possible to conclude that the phenylation at the —CHO group of aliphatic aldehydes with phenylhydrazine seems to be a general reaction. On the contrary no phenylation did occur with the aromatic benzaldehyde at least in the same experimental conditions. However Busch and Kunder[3]) from alcoholic solutions of benzaldehyde phenylhydrazon acidified with acetic acid under oxygen pressure have obtained small quantities of benzophenone together with other products. The experimental conditions of the mentioned authors are substantially different from those used in this work.

Since, so far as I am aware, no particular study on this form of phenylation of aliphatic aldehydes has been previously reported, in this paper are resumed some evidences obtained in a first series of experiments. Further studies on the mechanism of this reaction are in course.

In 1000 ml of distilled water at 30° 0·2 g of aldehyde are dissolved and the stoichiometric quantity of phenylhydrazine is added, adjusting then the $p_H$ to 5–5·5 with acetic acid. After standing at 30° for 24 hrs the mixture is distilled, after previous addition of sulphuric acid so to reach a concentration of 3%, in order to free the aldehydes and their phenylated derivatives from phenylhydrazine. The first fractions of distillate are then precipitated with 2,4-dinitrophenylhydrazine (2,4-DNP).

The separation of 2,4-DNP of aldehydes from 2,4-DNP of phenylated derivatives is carried out through their different solubility in benzene, the first ones being more soluble than the seconds: dissolving repeatedly the dry precipitate of the mixture of the 2,4-dinitrophenylhydrazones in benzene and precipitating with petroleum ether the pure phenylated derivatives are recovered. Approximately 0·2 mM of phenylated derivative were obtained from 3–5 mM of aldehyde.

*Benzaldehyde-2,4-DNP* from formaldehyde: Anal. Calcd.: N 19·58%; Found: 19·48%; m.p. 237°. Amount produced: 5–40 mg/l (as 2,4-DNP). — *Acetophenone-2,4-DNP* from acetaldehyde: Anal. Calcd.: N 18·60%; Found: 18·48%; m.p. 242°. Amount produced: 10–50 mg/l (as 2,4-DNP). — *Propiophenone-2,4-DNP* from propionaldehyde: Anal. Calcd.: N 17·83%; Found: 17·75%; m.p. 187°. Amount produced: 5–40 mg/l (as 2,4-DNP). — *Butyrophenone-2,4-DNP* from butyraldehyde: Anal. Calcd.: N 17·1%; Found: 16·95%; m.p. 188°. Amount produced: 5–30 mg/l (as 2,4-DNP).

The isolated products melted alone, or in admixture with the corresponding synthetic product, at the same temperature.

*Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica dell' Università di Pavia.*

V. Bolcato.

Eingegangen am 15. März 1954.

[1]) Bolcato, V., and M. E. Scevola: Naturwiss. **40**, 275, 363, 461 (1953).
[2]) Scevola, M. E., and V. Bolcato: Ann. Chimica (in press).
[3]) Busch, M., and H. Kunder: Ber. dtsch. chem. Ges. **49**, 2345 (1917).

## A New Method of Estimation of Radioactive Iodine in Different Fractions of Hydrolyzed Thyroid.

The use of a tracer dose of carrier-free radioactive iodine has given us the knowledge of thyroid metabolism and also a picture of the mechanism involved in the synthesis of the thyroid hormone. The study of the rate of synthesis of thyroxine and diiodotyrosine has been made possible by the use of different methods of fractionating the hydrolyzed thyroid into different components and the measurement of their radioactivity and have been studied by several workers[1]),[2]),[3]). In all these measurements of radioactivity, the different fractions were estimated after oxidizing the substance, distilling iodine and estimating the radioactivity from the distillate itself either after drying[2]), or after precipitating as silver iodide[1]).

A simplified new method of measuring radioactivity directly from the hydrolyzed fractions themselves is presented in this communication. After introducing necessary correction factors due to self absorption as a result of the presence of variable amounts of salts, etc., it has been found that this method gives quite dependable results and is much easier and consuming less time than the previous ones.

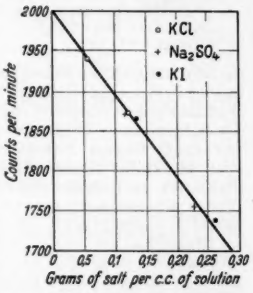


Fig. 1. Variation in counts from radioactive iodine in solution due to the presence of different amount of salt.

Rats were injected intraperitoneally with a dose of carrier-free radioactive iodine between 20 to 25 μcs. After some regular intervals they were anaesthetized with nembutal and thoroughly bled. The thyroid was removed and weighed rapidly. It was then hydrolyzed and fractionated according to the principle of Blau[4]). The butyl alcohol fraction contained thyroxine, the non-thyroxine fraction contained monoiodotyrosine and diiodotyrosine, and the inorganic iodine fraction contained unconverted iodine. All radioactive measurements were made by taking one c.c. of each fraction in cup-planchets placed in a shielded manual sample changer and by an endwindow type of counter.

A correction factor for self absorption was found necessary in the case of thyroxine and non-thyroxine fractions. For the thyroxine fraction, measurement being made in butyl alcohol which is lighter than water, a correction factor of 0·85 was found out. The above correction factor was obtained by comparing the radioactivity of the fraction in butyl alcohol with that of the same fraction in the same volume of water but after the removal of butyl alcohol. In the nonthyroxine fraction correction was made for the salt present in it. It was observed from a separate set of experiments that the decrease in counts of radioiodine in aqueous solution containing salts was depending on the concentration of the salt and independent of the nature of the salt, as will be evident from the accompanying graph (Fig. 1). The inorganic iodine fraction containing negligible amounts of salt needs no correction.

Taking the total activity of the hydrolyzed thyroid solution used for fractionation as 100, it has been found from sixty different estimations that the radioiodine recovery in the three fractions after proper correction is within $100 \pm 2 \cdot 89$. This method has been successfully used in the study of the rate of thyroxine synthesis. Detailed results will be published elsewhere.

The author is indebted to the Atomic Energy Commission, Government of India, for the award of a Research Fellowship.

Thanks are also due to Dr. SUBODH MITRA, Director, Chittaranjan Cancer Hospital, and to Dr. N. N. DAS GUPTA for taking keen interest in this work.

*Chittaranjan Cancer Hospital, Calcutta 26 (India).*

K. P. CHAKRABORTY.

Eingegangen am 5. Februar 1954.

[1]) PERLMAN, I., M. E. MORTON and I. L. CHAIKOFF: J. of Biol. Chem. **139**, 449 (1941).
[2]) MANN, W., C. P. LEBLOND and S. L. WARREN: J. of Biol. Chem. **141**, 905 (1942).
[3]) TAUROG, A., and I. L. CHAIKOFF: J. of Biol. Chem. **169**, 49 (1947).
[4]) BLAU, M. F.: J. of Biol. Chem. **102**, 269 (1933).

### Papierchromatographische Untersuchungen an E. coli aus verschiedenen Nährsubstraten.

Im Zuge anderer Untersuchungen trat die Frage auf, ob Bakterien bei Züchtung in verschiedenartigen Nährmedien Unterschiede in ihrer Leibessubstanz aufweisen. Es wurde deshalb E. coli sowohl in dem gebräuchlichen Bouillonnährboden (hochwertige frische Fleischbrühe mit Peptonzusatz) als auch in vollsynthetischer Nährlösung[1]):

| | | | |
|---|---|---|---|
| $KH_2PO_4$ | 3,0 | $(NH_4)_2SO_4$ | 1,0 |
| $K_2HPO_4$ | 7,0 | Glucose | 2,0 |
| Natriumzitrat · $3\,H_2O$ | 0,5 | Aqua dest. ad | 1000,0 |
| $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$ | 0,1 | $p_H$ 7,0 | |

unter sonst gleichen Bedingungen gezüchtet. Die Wachstumsdichte in der synthetischen Nährlösung stand hinter der des Vollnährbodens deutlich zurück. Zur Gewinnung gleicher Gewichtsmengen Bakterien war deshalb eine größere Menge der synthetischen Nährlösung nötig. Nach wiederholtem Auswaschen in physiologischer Kochsalzlösung wurden die Bakterien getrocknet und dann 24 Std mit der 10fachen Menge 6n-Salzsäure bei 110° C im zugeschmolzenen Glasröhrchen hydrolysiert[2]), dann durch wiederholtes Abdampfen im Wasserbad bei 100° C und Unterdruck die Salzsäure entfernt und die erhaltenen Aminosäuregemische zweidimensional auf Schleicher & Schüll-Papier 2043b mit Phenol-Natriumzitrat-Phosphat und sekundärem Butylalkohol-Eisessig-Wasser entwickelt[3]). Es ließen sich mit Ninhydrin bzw. Isatin folgende Aminosäuren identifizieren:

| | | |
|---|---|---|
| α-Alanin | Glutaminsäure | Phenylalanin |
| β-Alanin | Glycin | Prolin |
| Arginin | Isoleucin | Serin |
| Asparaginsäure | Leucin | Threonin |
| Cystin | Lysin | Tyrosin |
| Dioxyphenylalanin | Oxyprolin | Valin |

Zur Bestimmung einer weiteren mit Hilfe der zugänglichen Literatur nicht identifizierbaren Aminosäure sind weitere Untersuchungen im Gange. Nach ihrer Lage im Chromatogramm handelt es sich bei dieser sicher nicht um die von WORK[4]) bei Diphtheriebakterien nachgewiesene Pimelinaminosäure, die sich mit Phenol statt Collidin als Lösungsmittel nicht sicher trennen läßt.

Ein Unterschied zwischen den in hochwertiger Bouillon und den in rein synthetischer Nährlösung gezüchteten Bakterien konnte weder in quantitativer noch in qualitativer Hinsicht festgestellt werden.

Es zeigt sich also, daß E. coli dank ihres hochwertigen Fermentsystems ihre Leibessubstanz aus einem Minimalnährboden ebenso aufzubauen vermag wie aus einem solchen mit vorgegebenen Eiweißbruchstücken und daß sie aus letzterem keine weiteren Aminosäuren zusätzlich aufnimmt.

*Hygienisches Institut der Stadt Nürnberg (Vorstand: Prof. Dr.* PH. O. SÜSSMANN).

W. KELLNER und H. MARTIN.

Eingegangen am 11. März 1954.

[1]) DAVIS, B. D., u. E. S. MINGIOLI: J. Bacteriol. **60**, 17 (1950).
[2]) ZAHN, H.: Textilpraxis **1951**, 127.
[3]) BERRY, H. K., H. E. SUTTON, L. CAIN u. J. S. BERRY: Univ. Texas Publ. **1951**, 5109.
[4]) WORK, E.: Nature [London] **165**, 74 (1950).

### Papierelektrophoretische Untersuchungen an Nukleinsäuren.

Nach KANNGIESSER[1]) lassen sich Ribonukleinsäuren (RNS) unterschiedlicher Herkunft und Darstellungsweise bei $p_H$ 2 bis 3 mittels Papierelektrophorese in drei verschieden schnell wandernde, deutlich voneinander getrennte Fraktionen zerlegen. Bei geringerer Wasserstoffionenkonzentration erfolgt eine derartige Fraktionierung nicht. Auch konnte KANNGIESSER bei einer nach SIGNER und SCHWANDER hergestellten Desoxyribonukleinsäure (DNS) in dem untersuchten $p_H$-Bereich von 2 bis 8 weder eine Zerlegung noch überhaupt eine elektrophoretische Wanderung feststellen.

In eigenen papierelektrophoretischen Versuchen an Nukleinsäuren (verwendet wurden DNS und RNS der Farbenfabriken „Bayer", Leverkusen, sowie aus Aszitestumorzellen und aus Lebern der Maus hergestellte RNS) ließen sich die Befunde von KANNGIESSER an RNS bestätigen. In Übereinstimmung jedoch mit DEIMEL und MAURER[2]) fanden wir, daß auch DNS bei der Papierelektrophorese eindeutig wandert. Auffällig ist, daß — wie schon von DEIMEL und MAURER betont wurde — bei $p_H$ 8,6 die gewanderten Nukleinsäuren bei der Färbung mit Methylgrün-Pyronin nach UNNA auf dem Filterpapier in einer recht schmalen Front zur Darstellung

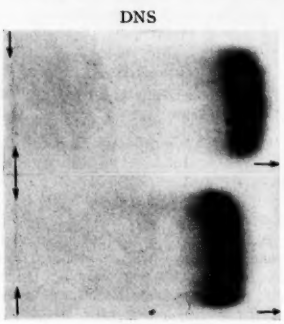


Fig. 1.

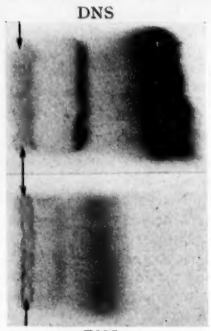


Fig. 2.

Fig. 1. Papierelektrophorese der Nukleinsäuren bei $p_H$ 8,6. Puffer: Veronal-Acetat $p_H$ 8,6; Volt: 110; Laufzeit: 4 Std; Streifenbreite: 6 cm; Streifenlänge: 30 cm; Papier: Schleicher & Schüll Nr. 2043a; Färbung: Methylgrün-Pyronin nach UNNA.

Fig. 2. Elektrophoretische Zerlegung der Nukleinsäuren bei $p_H$ 2,5. Puffer: Veronal-Acetat $p_H$ 2,5; Laufzeit: 2 Std; sonstige Daten wie bei Fig. 1.

kommen (Fig. 1). Die größere Wanderungsgeschwindigkeit der DNS im Vergleich zur RNS läßt dabei nicht nur eine qualitative, sondern auch eine präparative Trennung beider Nukleinsäuren durch Papierelektrophorese zu. Wie weitere Versuche zeigten, differieren die unter verschiedenen Bedingungen aus den gleichen Zellen und ebenso die unter gleichen Bedingungen aus unterschiedlichen Zellen dargestellten Ribonukleinsäuren in ihren Wanderungsgeschwindigkeiten. So wies die nach DIMROTH (Extraktion mit 10%iger NaCl-Lösung bei 95° C) aus Aszitestumorzellen gewonnene RNS eine deutlich größere Wanderungsgeschwindigkeit bei der Papierelektrophorese auf als die unter gleichen Bedingungen aus der Leber gewonnene RNS.

Erfolgt die Elektrophorese in Pufferlösungen vom $p_H$ 2,5, so ergibt sich eine Aufspaltung *beider* Nukleinsäuren in drei Fraktionen (Fig. 2) unterschiedlicher Wanderungsgeschwindigkeit, von denen die eine bei unseren Versuchsbedingungen am Auftragsort liegen blieb. Diese Fraktionierung ist reversibel, denn es läßt sich zeigen, daß zunächst in Pufferlösung vom $p_H$ 2,5 gelöste und sich elektrophoretisch bei dieser H-Ionenkonzentration in drei Fraktionen auftrennende Nukleinsäuren bei der Überführung und Elektrophorese in Pufferlösungen vom $p_H$ 8,6 nicht mehr zerlegt werden, sondern in völlig gleicher Weise wie die unmittelbar bei $p_H$ 8,6 gelösten Nukleinsäuren als einheitlich wandernde Front zur Darstellung kommen.

Die letztgenannten Befunde ergänzen die bereits von KANNGIESSER getroffene Feststellung einer elektrophoretischen Auftrennung der RNS bei $p_H$ 2 bis 3 sowie die von BACHER und ALLEN[3]), daß bei Löslichkeits- und Sedimentationsstudien an Hefenukleinsäuren drei bzw. mehrere Komponenten gefunden werden. Unsere Versuchsergebnisse könnten darauf hinweisen, daß die geprüften Nukleinsäuren von vornherein drei in alkalischem Milieu elektrophoretisch nicht trennbare Fraktionen enthalten. Das unterschiedliche Verhalten dieser drei Komponenten bei der Elektrophorese in sauren und schwach

alkalischen Lösungen würde dann als Ausdruck einer $p_H$-abhängigen Änderung der Ionenatmosphäre und Hydrosphäre der unterschiedlichen Nukleinsäure-Makromolekeln zu werten sein. Andererseits scheinen uns die eigenen Ergebnisse eher eine Bestätigung der auf Grund von Viskositätsmessungen, Titrationen und Bestimmungen der Strömungsdoppelbrechung an DNS von GULLAND und JORDAN[4]) geäußerten Ansicht zu sein, daß im sauren Milieu eine Depolymerisation der Nukleinsäuren stattfindet, die in annähernd neutralen oder schwach alkalischen Lösungen reversibel ist. Hierfür spricht z. B. auch, daß die unter Alkalibehandlung der DNS (1 Std 3%ige NaOH bei 95° C) auftretenden Spaltprodukte bei $p_H$ 8,6 differente Wanderungsgeschwindigkeit aufweisen, ohne dabei jedoch in klar umschriebene Fraktionen zerlegt zu werden.

Zur Durchführung der Untersuchungen standen Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Verfügung.

*Pathologisches Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster. Westring 17.*

NORBERT SCHÜMMELFEDER und WILHELM HEYER.

Eingegangen am 6. Februar 1954.

[1]) KANNGIESSER, W.: Naturwiss. **38**, 503 (1951).
[2]) DEIMEL, M., u. W. MAURER: Naturwiss. **39**, 489 (1952).
[3]) BACHER, J. E., u. F. W. ALLEN: J. of Biol. Chem. **184**, 511 (1950).
[4]) GULLAND, J. M., u. D. O. JORDAN: Nucleic Acid. Symposia of the Society for Experimental Biology, No. I. Cambridge: University Press 1951.

### Zur Perchlorsäureextraktion von Ribosenucleotiden.

Durch Behandlung histologischer und zytologischer Präparate mit Perchlorsäure, einer Arbeitsvorschrift von KOENIG

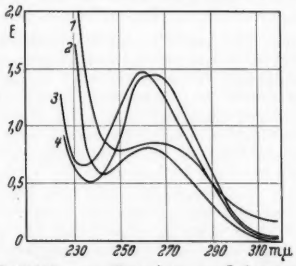


Fig. 1. UV-Extinktion von Extrakten aus Lebergewebe. *1* Extraktion mit Aqu. dest. *2* Extraktion mit 10%iger Perchlorsäure nach Fixierung in Lanthan-Essigsäure. *3* Perchlorsäure ohne vorherige Fixierung. *4* Perchlorsäure nach Formolfixierung. Extinktionsmaximum der Polynucleotide bei etwa 265 mμ.

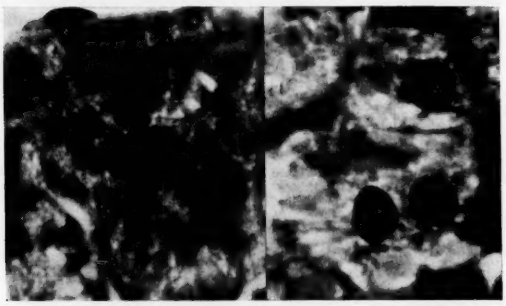

Fig. 2. Mikrophotogramme von Leberzellen vom Meerschweinchen nach Extraktion mit Perchlorsäure. Links nach vorhergehender Fixierung in Lanthan-Essigsäure, rechts nach Formolfixierung. 750mal.

und STAHLECKER[1]) folgend, gelingt es, die Ribosepolynucleotide weitgehend isoliert zu entfernen. Desoxyribopolynucleotide bleiben, sofern sich der Extraktionsvorgang nicht bei höherer Temperatur als +4° C abspielt, in der Zellstruktur erhalten. Prüft man spektrophotometrisch die Extraktionsflüssigkeit nach Ausziehen beispielsweise von Lebergewebe vom Meerschweinchen, so erhält man Ergebnisse, wie sie in Form von Extinktionsdiagrammen in Fig. 1 wiedergegeben sind.

Die vorherige Fixierung des Materials ist demnach für den Erfolg einer Extraktion von Ribosepolynucleotiden mittels Perchlorsäure von wesentlicher Bedeutung. Wenn auch die Extraktion völlig unfixierten Materials an sich die höhere Ausbeute ergibt, so ist doch für zytologische Zwecke eine Haltbarmachung des Gewebes erforderlich. Diese kann ohne wesentliche Einbuße in 10%igem Formol erfolgen. Lanthan-Essigsäure andererseits, die für den ultraviolett-histospektrographischen Nachweis von Polynucleotiden von besonderem Wert ist, hemmt sehr weitgehend die Extrahierbarkeit der Ribosenucleotide mit Hilfe von Perchlorsäure. Dieser Befund stützt in guter Weise frühere Beobachtungen von CASPERSSON[2]), nach denen Lanthanionen die Fähigkeit haben, Polynucleotide — wie man sieht: irreversibel — im Gewebe zu fällen, und wird durch die Mikrophotogramme in Fig. 2 belegt. Man erkennt hier, daß lediglich bei Fixierung in Formol die Ribopolynucleotide des Zytoplasmas durch Perchlorsäure entfernt werden konnten; bei Lanthanfixierung ist das nicht der Fall. Der vorwiegend desoxyribonucleotidhaltige Zellkern ist jeweils, wie sich auch durch FEULGEN-Reaktion nachweisen läßt, fast unversehrt geblieben.

Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

*Pathologisches Institut der Universität Hamburg.*

FRIEDRICH FRANZ, INGEBORG VON WERDER und JÜRGEN MEYER-ARENDT.

Eingegangen am 2. März 1954.

[1]) KOENIG, H., u. H. STAHLECKER: Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. **79**, 159 (1952).
[2]) CASPERSSON, T.: Naturwiss. **23**, 500, 527 (1935); **24**, 108 (1936); **29**, 33 (1941).

### Zur Bestimmung der Nucleinsäuren im Blut und in der weißen Hirnsubstanz.

Die Methode von SCHNEIDER[1]), die auf der Extraktion der Nucleinsäure (NS) mit heißer 5%iger Trichloressigsäure (TES) beruht, hat Anwendung zur Bestimmung der NS in verschiedenen Geweben, darunter auch Blut und Gehirn, gefunden[2]),[3]),[4]). In Untersuchungen über den Stoffwechsel bei der Reifung von Retikulozyten wurde festgestellt, daß die übliche Extraktionszeit von 15 min bei 90° C für Blut ungenügend ist. 50 bis 100% mehr Phosphat ließen sich durch Verlängerung der Extraktionszeit auf 60 min mit heißer TES ausziehen. Dafür, daß es sich bei diesem zusätzlichen extrahierbaren Phosphat um NS handelt, die schwer hydrolysierbare Komplexe bildet, sprechen verschiedene Tatsachen:

1. Bei verlängerter Extraktionszeit steigen die Pentosewerte im gleichen Umfang wie die *P*-Werte.

2. Gibt man zu gewaschenen reifen Erythrozyten, die höchstens Spuren von NS enthalten, Desoxyribonucleinsäure (DNS) nach[5]), aus Thymus hergestellt, hinzu, so lassen sich nach 15 min Extraktionszeit nur 55% der DNS wiedergewinnen. Es konnte dabei gezeigt werden, daß Globin mit DNS eine schwer spaltbare Verbindung liefert. Es genügt ein geringfügiger Überschuß an Globin bzw. Hämoglobin, das während der Verarbeitung in Globin übergeht, um die Extrahierbarkeit der DNS auf etwa die Hälfte zu reduzieren. Weitere Erhöhung der Globinmenge vermindert den Prozentsatz der nichtextrahierbaren DNS in geringem Maße, so daß es nicht gelingt, die gesamte DNS unextrahierbar zu machen. Das läßt den Schluß zu, daß die DNS sich nicht einheitlich verhält. Es erscheint denkbar, daß die bei der Säurehydrolyse entstehenden Abbauprodukte[6]) verschiedene Affinitäten zum Globin aufweisen.

Tabelle 1.
*Ausbeute von zugesetzter DNS in Abhängigkeit von Erythrozytenmenge.*

| Erythrozyten ml | P gefunden µg | DNS-P **) Ausbeute % |
|---|---|---|
| 2,0 *) | 306 | 35 |
| 0,68 *) | 446 | 54 |
| 0,34 *) | 512 | 64 |
| 0,07 *) | 666 | 84 |
| 2,0 | 43 | — |

Die Erythrozyten wurden in Form einer Suspension mit einem Hämatokrit von 34% zugefügt.
*) Diesen Proben wurden 796 µg DNS-P hinzugegeben.
**) Nach Abzug des Kontrollwertes für Erythrozyten allein.

Tabelle 2. *Wiedergewinnung der zu Erythrozyten zugesetzten DNS in Abhängigkeit von der Hydrolysenzeit der DNS.*

| Hydrolysenzeit *) | Ausbeute DNS | | |
|---|---|---|---|
| | P | | Indolwert **) |
| min | µg | % | % |
| 15 | 474 | 59 | 52 |
| 30 | 687 | 86 | 79 |
| 60 | 832 | 104 | 74 |

In allen Ansätzen wurden 800 µg DNS-P zu einer Suspension, die 1,3 ml Erythrozyten enthielt, zugesetzt.
*) Die Hydrolyse wurde mit 5% TES bei 90° C durchgeführt.
**) Bestimmt nach [7]).

3. Zugesetzte DNS wird aus Lebergewebe, das sorgfältig vom Blut befreit wurde, nach 15 min Extraktionszeit vollständig wiedergewonnen. Zusatz geringer Mengen von Erythrozytensuspension zu Lebergewebe verringert die Ausbeute der DNS, verglichen mit blutfreiem Lebergewebe, um etwa 30%.

4. Bei längerer Extraktionsdauer findet man teilweise Zerstörung der Desoxypentose (DP), so daß auf Grund der Farbreaktionen für DP nicht mehr als 80% der DNS extrahierbar erscheint. Somit ist die Beobachtung[4]), daß nach längerer Extraktionszeit die Indolreaktion[7]) für DP nicht weiter zunimmt, kein Beweis für oder gegen Natur des extrahierbaren P.

Ähnliche Verhältnisse liegen bei weißer Hirnsubstanz vor. Auch hier läßt sich zugesetzte DNS nur unvollständig wiedergewinnen. Danach scheint es möglich, daß der große „Phosphoproteinrest", der in der weißen Hirnsubstanz mit der Methode nach SCHNEIDER im Gegensatz zu der SCHMIDT-TANNHAUSERschen Methode gefunden wird[4]), doch NS-P ist.

*Physiologisch-Chemisches Institut der Humboldt-Universität, Berlin.*

R. LINDIGKEIT und S. RAPOPORT.

Eingegangen am 6. März 1954.

[1]) SCHNEIDER, W. C.: J. of Biol. Chem. **161**, 293 (1945).
[2]) BURT, N. S., R. G. E. MURRAY u. R. J. ROSSITER: Blood **6**, 906 (1951).
[3]) HOLLOWAY, B. W., u. S. H. RIPLEY: J. of Biol. Chem. **196**, 695 (1952).
[4]) LOGAN, J. E., W. A. MANNALL u. R. J. ROSSITER: Biochemic. J. **51**, 470 (1952).
[5]) SCHWANDER, H., u. R. SIGNER: Helv. Chim. Acta **33**, 1521 (1950).
[6]) TAMM, CH., H. S. SHAPIRO, R. LIPSCHITZ u. E. CHARGAFF: J. of Biol. Chem. **203**, 673 (1953).
[7]) CERIOTTI, G.: J. of Biol. Chem. **198**, 297 (1952).

## Freisetzung von Inosit in Stoffwechselversuchen mit Gehirngeweben.

Bei Untersuchung der neurotropen Eigenschaften chlorierter Kohlenwasserstoffe haben wir beobachtet, daß die krampfhindernden Wirkungen des β-Hexachlorcyclohexans unter bestimmten Bedingungen durch Inosit beeinträchtigt werden[1]). Dieser Antagonismus läßt sich nicht durch gegenseitige Verdrängung dieser Substanzen auf Grund einer Struktur-Isomerie erklären. β-Hexachlorcyclohexan entspricht in seiner räumlichen Anordnung dem Scyllit. Da sich der beobachtete Antagonismus nur auf die Beeinflussung der Cardiazolkrämpfe erstreckt, muß angenommen werden, daß Inosit oder Inosit-Derivate beim Zustandekommen der durch Cardiazol ausgelösten Krämpfe eine Rolle spielen. Di-phosphorsäure-ester des Inosits sind zuerst von I. FOLCH[2]) im Gehirn nachgewiesen worden. Über ihre biologische Bedeutung ist bisher nichts bekannt. Im Zusammenhang mit den erwähnten Versuchen interessiert uns, in welchem Umfang das in den Phosphatiden des Gehirns nachgewiesene Inosit im Stoffwechsel von isolierten Gehirnschnitten freigesetzt wird, die 90 min lang unter physiologischen Bedingungen in der von WARBURG angegebenen Apparatur bei 37° geschüttelt wurden. Die Schnitte waren in physiologischer Salzlösung suspendiert, die Glukose und m/15 Phosphatpuffer $p_H = 7{,}3$ enthielt. Mikrobiologische Nachweismethoden haben gezeigt, daß nur freies Meso-Inosit das Wachstum von Saccharomyces-Stämmen oder inositbedürftigen Mutanten von Neurospora crassa fördert. Verschiedene Isomere, Äther und Polyester des Inosits waren entweder gar nicht, Monophosphorsäureester des Inosits äußerst schwach wirksam[3]). Nach Abschluß des Stoffwechselversuches und Sterilisierung der Suspensionsflüssigkeit wurde die Lösung mit Hilfe eines inositbedürftigen Stammes von Saccharomyces Carlsbergensis[4]) analysiert. Bei der Zusammensetzung des Nährmediums hielten wir uns an die von ATKIN und Mitarbeitern[5]) angegebenen Substrate. Zur Sicherung der Befunde wurde gleichzeitig mit einer inositbedürftigen Mutante von Neurospora crassa getestet. Beide Verfahren lieferten hinreichend übereinstimmende Werte. Die Analyse der Suspensionsflüssigkeiten mit Hilfe dieser Methoden lieferte das Ergebnis, daß erhebliche Mengen des in den Gehirnphosphatiden enthaltenen Inosits in freier Form in die Suspensionsflüssigkeit übergingen.

Tabelle 1. *Freies Inosit aus Gehirngeweben verschiedener Tiere.*

| Tierart | Organ | Gewebe *) | Inosit **) | Gewebe *) | Inosit **) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | mg | γ | mg | γ |
| Maus | Gehirn | 4,3 | 3,3 | 11,7 | 5,0 |
| Maus | Gehirn | 4,1 | 2,7 | 8,6 | 2,6 |
| Maus | Gehirn | 5,5 | 2,7 | 12,3 | 4,4 |
| Maus | Gehirn | 8,8 | 2,9 | 8,4 | 3,0 |
| Maus | Leber | 7,0 | 0,2 | 6,1 | 0,0 |
| Maus | Leber | 5,3 | 0,0 | 6,6 | 0,0 |
| Ratte | Gehirn | 6,0 | 2,3 | 4,3 | 3,2 |
| Ratte | Leber | 4,7 | 0,0 | 4,7 | 0,0 |
| Ratte | Pankreas | 13,2 | 0,0 | 15,8 | 0,0 |
| Katze | Hirnrinde | 6,0 | 3,3 | 5,3 | 3,7 |
| Katze | Hirnrinde | 6,5 | 3,1 | | |
| Katze | Stammganglien | 8,1 | 4,1 | 7,8 | 4,1 |
| Katze | Stammganglien | 7,5 | 4,0 | | |

*) Menge des Gewebes im Versuch in mg Trockengewicht.
**) Freigesetzes Inosit je mg Trockengewicht in γ.

TAYLOR und McKIBBIN[6]) haben quantitative Angaben über den Gehalt des Warmblütergehirns an gebundenem Inosit mitgeteilt. Ein grober Vergleich der von TAYLOR und McKIBBIN erhaltenen Werte mit unseren Ergebnissen läßt erkennen, daß die Inosit-Phosphatide des Gehirns im Stoffwechsel überlebender Gewebe nahezu quantitativ hydrolysiert werden. Die von uns benutzte Methode zur Darstellung des Inosits aus dem Gehirn gestattet die Verwendung sehr geringer Gewebemengen, so daß genaue Angaben über das Vorkommen von Inosit in den einzelnen Gehirnabschnitten möglich sind. Es ist bemerkenswert, daß Gehirngewebe unter den gleichen Bedingungen in Gegenwart von Cholinesterasegiften etwa 100mal weniger Acetylcholin in die Suspensionsflüssigkeit abgeben als Inosit. Die bisherige Kenntnis über die Struktur der inosithaltigen Lipoide macht es sehr wahrscheinlich, daß sie an Grenzflächen zwischen lipoider und wäßriger Phase der Zellen eine physiologisch bedeutsame Rolle spielen. Die pharmakologische Beeinflussung der beobachteten Reaktion und die Abhängigkeit vom übrigen Stoffwechsel der Gehirnzellen wird geprüft.

*Berlin-Dahlem, Pharmakologisches Institut der Freien Universität.*

H. HERKEN und D. MAIBAUER.

Eingegangen am 2. März 1954.

[1]) HERKEN, H.: Ärztl. Wschr. **1952**, 545.
[2]) FOLCH, J.: J. of Biol. Chem. **147**, 35 (1943); **177**, 497 (1949).
[3]) WOLLEY, D. W.: J. of Biol. Chem. **140**, 461 (1941).
[4]) Stamm 4228 ATCC Nr. 9080.
[5]) ATKIN, L., W. L. WILLIAM, A. S. SCHULTZ u. C. N. FREY: Zit. nach P. GYÖRGY, Vit. Meth. New York 1950.
[6]) TAYLOR, W. E., u. J. M. McKIBBIN: J. of Biol. Chem. **210**, 609 (1953).

## Chemische Ausschaltung der A-Zellen der LANGERHANSschen Inseln.

Die einmalige oder wiederholte orale Applikation von p-aminobenzolsulfonamid-isopropylthiodiazol[1]) (1 g/kg) führt am Kaninchen zu lang anhaltenden hypoglykämischen Zuständen von zum Teil über 20 Std Dauer mit Blutzuckerwerten um 40 mg-%. Dabei auftretende hypoglykämische Schocks sprechen gut auf Glukosezufuhr an. An den LANGERHANSschen Inseln finden sich bei Anwendung der von GOMORI[2]) angegebenen Färbetechnik schwere, degenerative Veränderungen der A-Zellen mit zahlreichen Zelluntergängen. Die Ermittlung der A—B-Relation ergibt eine weitgehende Verminderung der A-Zellen. Gegenüber unbehandelten Tieren,

die einen Prozentsatz von etwa 20 bis 25% A-Zellen aufweisen, betragen diese bei mit dem Thiodiazolderivat behandelten Tieren nach 1 bis 2maliger oraler Gabe durchschnittlich nur noch 5 bis 6%. Bisweilen lassen sich färberisch keine normalen A-Zellen in den Inseln mehr nachweisen. Leberschäden konnten bisher nicht festgestellt werden.

Nach einer ausreichenden Dosis von p-aminobenzolsulfonamid-isopropylthiodiazol kommt es nach einer diabetogenen Alloxangabe nicht zur Ausbildung der sonst für den Alloxandiabetes typischen Hyperglykämie. Die histologische Untersuchung der LANGERHANSschen Inseln mit der GOMORI-Methode bei diesen Tieren ergibt in dem Zeitraum von etwa 48 Std nach der letzten Thiodiazolderivat-Gabe und etwa 24 Std nach der Alloxaninjektion neben der durch Alloxan bewirkten Zerstörung der B-Zellen eine weitgehende Reduktion der A-Zellen. Die noch vorhandenen A-Zellen sind schwer geschädigt und gekennzeichnet durch Hyperchromasie und Homogenisierung des Plasmas sowie Hyperchromasie und Verkleinerung der Kerne bis zur Pyknose. In späteren Stadien finden sich wabige Inseläquivalente mit scholligen, kernlosen Bezirken; eine Klassifizierung der noch spärlich vorhandenen Zellen auf Grund färberischer Eigenschaften ist nicht sicher durchführbar. Das Pankreas besteht in Extremfällen praktisch nur noch aus exokrinem Parenchym. *Die Blutzuckerwerte bewegen sich trotz des Fehlens der Inseln in normalen Grenzen.* (Untersucht bis zur Tötung der Tiere, 72 Std nach der Alloxangabe.)

Die Hyperglykämie bei vollausgebildetem Alloxandiabetes kann nachträglich durch A-Zellzerstörung mit dem genannten Thiodiazolderivat gebessert bzw. beseitigt werden. In Extremfällen resultiert auch bei dieser Versuchsanordnung der Zustand einer Inselausschaltung bei normalen Blutzuckerwerten.

Im Verlauf unserer Untersuchungen konnten die von DAVIS[3]) erhobenen Befunde über die A-zellenschädigende Wirkung des Decamethylendiguanidins (Synthalin A) bestätigt und dahingehend erweitert werden, daß es bei genügend langer Überlebenszeit der behandelten Kaninchen zu einem völligen Verlust der A-Zellen kommen kann, so daß die Inseln nur noch aus B-Zellen bestehen. Daneben finden sich bei den meisten Tieren mehr oder minder schwere Leberverfettungen. Mit den beschriebenen anatomischen Veränderungen gehen lang anhaltende, ohne Glukosezufuhr letal endende Hypoglykämien einher. Die stark erhöhten Blutzuckerwerte des alloxandiabetischen Kaninchens können auch durch Synthalin A normalisiert werden. Ebenso wie bei den Versuchen mit dem Thiodiazolderivat kommt es hierbei zu kompletter Inselausschaltung. Aus unseren Untersuchungen geht die entscheidende Bedeutung des von den A-Zellen gebildeten Glukagons für die Blutzuckerregulation und das Zustandekommen der diabetischen Hyperglykämie hervor.

Eine ausführliche Mitteilung mit Wiedergabe der Versuchsprotokolle und Figuren der histologischen Befunde erfolgt in Kürze.

Für die Gewährung einer Sachbeihilfe danken wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

*Physiologisch-Chemisches Institut der Universität Hamburg.*

C. v. HOLT, L. v. HOLT, B. KRÖNER und J. KÜHNAU.

Eingegangen am 15. März 1954.

[1]) Für die Überlassung der Verbindung sind wir Herrn Professor Dr. J. KIMMIG zu großem Dank verpflichtet.

[2]) GOMORI, G.: In H. FERNER, Das Inselsystem des Pankreas. Stuttgart: G. Thieme 1952.

[3]) DAVIS, J. C.: J. Pathol. a. Bacteriology **64**, 575 (1952).

### Die Gewebsanalyse nach dem linearen Meßverfahren.

Das Verfahren ist geeignet, durch lineare Messungen an histologischen Schnitten die Morphodynamik von Organen, Geweben und Zellen zu erfassen. Nach DELESSE (1847) und ROSIWAL (1898) kann die Volumenbestimmung der jeweiligen Bestandteile eines beliebigen Gefüges materieller Komponenten auf eine Flächenmessung bzw. Linearmessung reduziert werden. Legt man z. B. über einen Organanschnitt eine Meßlinie und summiert die Teilstrecken der jeweilig getroffenen gleichartigen Gewebsbestandteile entlang dieser Linie, so stehen die Teilsummen der betreffenden Komponenten im selben Verhältnis wie deren Volumina, und die Teilsumme einer Komponente verhält sich zur Summe aller Meßstrecken wie deren Volumenanteil zum Gesamtvolumen.

Das DELESSE-ROSIWALsche Prinzip übernehmen wir zur Gewebsanalyse am optisch vergrößerten Bild des zu untersuchenden histologischen Schnittes. In Fig. 1 wird das methodische Vorgehen erläutert. B gibt einen Organschnitt vergrößert wieder. Die Zellen mit ihren Kernen und dem umgebenden Bindegewebe sind dargestellt. — An der Meßvorrichtung *M* sind 3 Meßschrauben (1 bis 3) sichtbar. Jede Drehung an einer der Schrauben bewirkt eine lineare Bewegung des Fadenkreuzes *F* in Richtung des Pfeiles *L* (Meßlinie). Die Meßwerke *Z* registrieren nach Zahl der Umdrehungen die Weglängen, die das Fadenkreuz bei Betätigung der einzelnen Schrauben in Pfeilrichtung zurücklegt. Mit Beginn der Messung werden entsprechend den Gewebskomponenten die Meßschrauben verteilt, die Reihenfolge ihrer Bedienung ergibt sich aus der Folge der Anschnitte der Komponenten entlang der Meßlinie. Nach Durchfahren einer Linie wird das Fadenkreuz in die Ausgangslage zurückgeführt und seitlich versetzt, so können die Meßlinien saitenartig nebeneinander gelegt werden. — Die Genauigkeit der Erhebungen steigt mit der Länge der Meßstrecke. (In der Figur sind mechanische Einzelheiten nicht angegeben.)

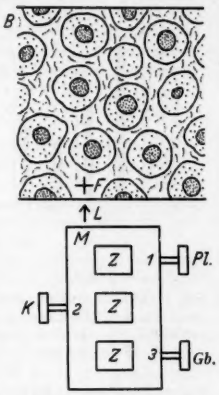


Fig. 1. Prinzip einer linearen Meßvorrichtung zur Gewebsanalyse. *B* histologisches Bild. 1 bis 3 Meßspindeln, durch deren wechselweise Bedienung das Fadenkreuz *F* in Richtung *L* über das Bild geführt wird; die Werke *Z* summieren die jeweils überfahrenen Teilstrecken der Gewebskomponenten. *K* Kern, *Pl.* Plasma, *Gb.* Gewebe.

Anwendungsbeispiel: Die Ausmessung eines Zwischenzelladenoms (Hodenbiopsie) hat folgende Werte ergeben: Plasma 5926,62 μ; Kern 1188,28 μ; Bindegewebe 933,05 μ. In dem untersuchten Gewebsstück entfallen demnach 73,64% auf den Plasma-, 14,77% auf den Kernanteil, und das Bindegewebe ist mit 11,59% am Organaufbau beteiligt. Im Zellbestand gehören 16,71% dem Kern und 83,29% dem Plasma an. — Daraus ergibt sich z. B. für einen Organwürfel von 100 μ Kantenlänge ein Zwischenzellvolumen von 884 100 $\mu^3$ und ein Kernvolumen von 147 700 $\mu^3$. Da in dem Organwürfel 673 Kerne enthalten sind, beträgt das Volumen des Einzelkernes 219,2 $\mu^3$ und das Volumen der Einzelzelle 1313,7 $\mu^3$. — Bei Kugelgestalt von Kern und Zelle (wie im vorliegenden Fall) beträgt der Kernradius 3,74 μ und der Zellradius 6,8 μ.

Die kurzen Erläuterungen mögen auf die Bedeutung des linearen Meßverfahrens für die Gewebsanalyse hinweisen.

*Anatomisches Institut der Medizinischen Akademie Gießen.*

EDUARD SCHUCHARDT.

Eingegangen am 15. Februar 1954.

### Myotropic variation in Columbia SK virus.

Attempts were made to propagate Col-SK virus by muscle-to-muscle passage, without using nervous tissue, since it seemed possible that such a procedure might result in changes of the balance between neurotropism and myotropism of the virus[1]).

Mice, about 4 weeks old, were used in these experiments. Virus in dosis of 0·05 ml. of a $10^{-2}$ suspension was injected intramuscularly into small groups of mice. Three days later, when animals were in the early stages of paralysis, they were sacrificed and a $10^{-2}$ suspension of the paralyzed muscle was prepared for further transfer to new groups of mice by the intramuscular route. Thus, serial muscle-to-muscle passage of the virus was easily maintained at 3–4 days intervals for more than 80 generations up to the present time. When the original strain was inoculated into muscles, LD 50 of muscles titrated by intracerebral route was higher than that measured by the intramuscular route. At the first experiment, it was noticed that this relation reversed itself beginning with the 23rd generation. Tissues of 24th muscle-passage mice were examined histologically and revealed the generalized degeneration of skeletal muscles in contrast with the localized myositis in mice infected with the original strain. In paralyzed mice, which received intramuscular inoculation of the original virus, LD 50 of the brain was always higher than that of the leg muscles. However, in muscle-passed virus infection, the

muscle was more infectious than the brain. Based on these criteria, 10th muscle-passed virus, stored in the ice-box, was examined later and found that it had already changed its character. Details of the dynamic process of viral variation is analyzed in another series of experiments and will be reported elsewhere.

Intracerebral titration of the virus content of various tissues was carried out with mice which had been infected intraperitoneally with the muscle-passed virus and distribution of the virus was compared with the original virus (Fig. 1). These results indicate that the enhancement of myotropism and relative decrease of neurotropism had occurred during the muscle-to-muscle passages of the virus. However, when

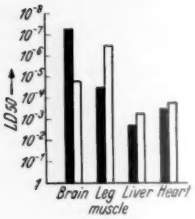


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. Distribution of viruses in mouse tissues after intraperitoneal inoculation of the brain- or muscle-passed strains. All mice were sacrificed on the 3rd day at the terminal stage of infection. ■ Brain-passed strain; □ Muscle passed strain (42nd muscle-passage).

Fig. 2. Degenerated leg muscles of mouse intraperitoneally infected with the myotropic Col-SK virus (28th muscle-passage).

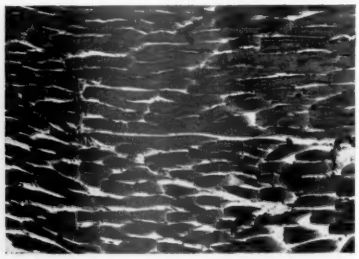

Fig. 3. Relatively intact leg muscles of mouse infected with the neural Col-SK virus through the same route.

the virus was inoculated directly into the brain, it still propagated well in the brain as well as in the muscles. In accordance with these changes, generalized degeneration of striated muscles was also observed in mice intraperitoneally infected with the myotropic strain (Fig. 2, 3). Our muscle strain has some resemblance to the visceral strain of Col-SK virus previously described by JUNGEBLUT and STEENBERG[2]).

Original Col-SK virus and this muscle-passed strain were inoculated into gastrocoemic muscle and correlation between the multiplication of the virus in the muscle and its invasion into central nervous system was examined next. The experiments revealed the fact that there were distinct differences between these two strains. Namely, the original strain invaded the brain before the appearance of paralysis in hind legs as already reported by RUSTIGIAN and PAPPENHEIMER[3]). On the other hand, the invasion of myotropic virus into the brain was retarded remarkably until the appearance of paresis in hind legs despite rapid increase of the virus in the leg muscles. When Col-SK virus is inoculated into the leg muscle, two routes are conceivable as the path way of the virus to the central nervous system. One is via the blood stream and the other is via motor nerve. At the present time it is not yet decided, which way is the major route of virus invasion. Anyhow, the myotropic virus is less capable of invading the central nervous system through these routes than original neural virus.

Though the myotropic strain decreased its neurotropism, it did not lose the affinity for the gray matter of central nervous system and degeneration of nerve cells, though mild, was limited to the anterior horn in the spinal cord. That the muscle strain had preserved its antigenic structure is shown by the fact that it was completely neutralized by an antiserum against the original Col-SK virus. Muscle strain also showed the capacity to agglutinate sheep cells like the original virus.

*Departments of Bacteriology, Pathology and Neurology. Chiba University School of Medicine. Chiba, Japan.*

TSUGUO KUWATA, HIROMITSU ITO and YUTAKA MATSUMOTO.

Eingegangen am 23. Januar 1954.

[1]) GÄDEKE, R.: Virchows Arch. **322**, 563 (1952).
[2]) JUNGEBLUT, C. W., and E. STEENBERG: Arch. of Path. **49**, 574 (1950).
[3]) RUSTIGIAN, R., and A. M. PAPPENHEIMER: J. of Exper. Med. **89**, 69 (1949).

## Über die Speicherung radioaktiven Eisens in den Mitochondrien der Rattenleber.

Ein beträchtlicher Teil des in den Körper gelangenden Eisens wird in der Leber gespeichert[1]). Hinsichtlich der Verteilung desselben *innerhalb* der Leberzelle existieren einander widersprechende Befunde. Nach histochemischen Untersuchungen von McCALLUM und anderen Autoren[2]) soll sich der größte Teil des Eisens in den Zellkernen befinden. Demgegenüber hat VANNOTTI[3]) unter Verwendung von Isotopen zeigen können, daß das in den ersten 4 Tagen nach Injektion in den Leberzellen gespeicherte Eisen fast ausschließlich im Zytoplasma lokalisiert ist. Erst 3 bis 4 Wochen nach der Applikation ließ sich eine geringe Eisenablagerung in den Zellkernen feststellen, die als komplexe Form des Depot-Eisens angesprochen wurde. Im folgenden wird über Indikatoruntersuchungen berichtet, in denen das in den Lebermitochondrien zur Ablagerung kommende Eisen quantitativ bestimmt wurde.

Für die Versuche wurden 22 männliche, mit Normalkost ernährte Inzuchtratten verwendet. Die Tiere erhielten intravenös je 0,3 bis 0,5 cm³ eines mit $Fe^{55/59}$ markierten Eisensalzes*) (Fe-Gehalt 10 mg/cm³, spezifische Aktivität 2 μC/cm³)

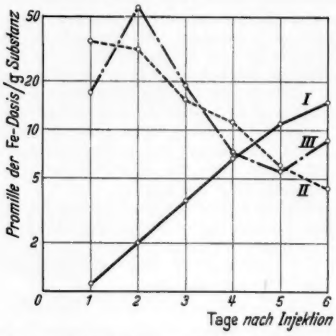


Fig. 1. Gehalt an radioaktivem Eisen in Gesamtblut (*I*), Leber (*II*) und Lebermitochondrien (*III*) nach Injektion von markiertem Ferronascin.

und wurden 1 bis 6 Tage nach Injektion getötet. Zur Entfernung des Leberblutes wurde eine sofortige Durchspülung des Organs mit etwa 100 cm³ vetrenhaltiger körperwarmer 0,25 M-Rohrzuckerlösung vorgenommen. Aus der in 0,88 M eiskalter Saccharoselösung homogenisierten Pulpa wurde durch differentielle Zentrifugation (2000 bzw. 15000 g) in Anlehnung an die Methodik von HOGEBOOM, SCHNEIDER und PALLADE[4]) sowie von WILBUR und ANDERSON[5]) die Mitochondrienfraktion gewonnen. Die mehrfach gereinigten Präparate erschienen im Phasenmikroskop plasma- und kernfrei. Anschließend wurde das Untersuchungsgut feucht verascht, das enthaltene Eisen quantitativ gefällt und auf Membranfiltern niedergeschlagen. Der relative Höchstfehler der mit einem dünnfenstrigen Glockenzählrohr gemessenen Aktivitätswerte betrug ±2,5%. Aus der Aktivität der Meßproben wurde durch Vergleich mit entsprechenden Standardproben bekannter Aktivität der Gehalt an markiertem Eisen pro Gramm Trockensubstanz (bei den Mitochondrienpräparaten) bzw. pro Gramm Feuchtgewicht (beim unzerstörten Lebergewebe sowie beim Gesamtblut) ermittelt. Aus diesen Werten wurde der

im Gramm Substanz gespeicherte Bruchteil der injizierten Eisendosis errechnet und in Abhängigkeit von der Zeit nach Injektion aufgetragen.

Die Kurve *I* der Fig. 1 läßt erkennen, daß der pro Gramm Gesamtblut enthaltene Anteil der injizierten Eisenmenge im Verlauf der ersten 24 Std ein Minimum durchlaufen muß, um dann bis zum 6. Tage kontinuierlich anzusteigen. Dies entspricht im Prinzip den Ergebnissen anderer Autoren[6]). Umgekehrt ist die Aktivität der Leber entsprechend dem gespeicherten Eisen in den ersten Tagen nach der intravenösen Applikation am höchsten. Sie beträgt 24 bis 48 Std nach Injektion rund 25% der injizierten Dosis, um nach 6 Tagen auf etwa 4% abzusinken. Die Kurve *II* zeigt nämlich, daß die Konzentration des zugeführten Ferronascin-Eisens im Gramm Lebergewebe von einem Höchstwert von etwa 36‰ der injizierten Dosis nach 24 Std im Verlauf von 6 Tagen bis auf einen Wert von 4,4‰ absinkt. Wie aus Kurve *III* ersichtlich wird, findet man in der Mitochondrienfraktion des Leberhomogenats eine beträchtliche Aktivität, welche zunächst einen starken Anstieg zeigt und bereits nach 48 Std einen Höchstwert von über 5% der injizierten Eisendosis pro Gramm Mitochondriensubstanz erreicht. In welchem Umfang das im gesamten Zytoplasma befindliche Eisen an die Mitochondrien gebunden ist, kann aus unseren Untersuchungen nicht geschlossen werden, da das in der Plasmaflüssigkeit bzw. in den submikroskopischen Granula enthaltene Radioeisen aus versuchstechnischen Gründen nicht quantitativ erfaßt wurde. An Hand des von ALLARD[7]) und Mitarbeitern angegebenen Wertes von $33 \cdot 10^{10}$ Mitochondrien pro Gramm Frischleber bei der Ratte läßt sich jedoch abschätzen, daß am 2. Tage nach Injektion etwa 12% des in der Leber vorhandenen markierten Eisens (entspricht etwa 3% der injizierten Dosis) in den Mitochondrien gespeichert ist.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

*Universitäts-Frauenklinik Hamburg-Eppendorf (Direktor: Prof. Dr.* G. SCHUBERT).

GÜNTER HÖHNE und HANS A. KÜNKEL.

Eingegangen am 12. Februar 1954.

*) Natrium-di-(α,γ-dioxy-β,β-dimethylbutyrato)-ferrat („Ferronascin" der Deutschen Hoffmann-La Roche A.G.).

[1]) KÜNKEL, H. A., H. MAASS, H. J. SCHMERMUND u. H. GOLDECK: Dtsch. med. Wschr. (im Druck).

[2]) Zit. nach [3]).

[3]) VANNOTTI, A., M. CLOSUIT u. A. JACCOTTET: Beitr. Anw. Isotopentechn. in Biol., Klinik u. Ther., S. 115. Hrsg. von der Isotopenkomm. Schweiz. Akad. Med. Wiss. Basel: Benno Schwabe 1950.

[4]) HOGEBOOM, G. H., W. C. SCHNEIDER u. G. PALLADE: J. of Biol. Chem. **172**, 619 (1948).

[5]) WILBUR, K. M., u. N. G. ANDERSON: Exper. Cell. Res. **2**, 47 (1951).

[6]) BALE, W. F.: Radiology **35**, 184 (1940).

[7]) ALLARD, C., R. MATHIEU, G. DE LAMIRANDA u. A. CANTERO: Cancer Res. **12**, 407 (1952).

## Über die Eiweißqualität einzelliger Grünalgen und ihre Beziehung zur alimentären Lebernekrose der Ratte.

### Ein Beitrag zur mikrobiellen Eiweiß- und Fettsynthese.

[XI. Mitteilung*).]

In Zusammenarbeit mit der von F. GUMMERT[1]) geleiteten Kohlenstoffbiologischen Forschungsstation in Essen, die uns laufend für unsere Forschungsvorhaben viele Kilogramm getrocknetes Material der einzelligen Alge *Scenedesmus obliquus* zur Verfügung stellte, haben wir Untersuchungen über den Nähr- und Futterwert solcher Algenmassen durchgeführt: Bestimmung der Verdaulichkeit nach vorausgegangener analytisch-chemischer Untersuchung und besonders der biologischen Qualität des Algen-Eiweißes, gemessen am Wachstum von Albino-Ratten, wobei besonders auf das Auftreten von alimentären Lebernekrosen geachtet wurde. Wir kamen dabei zu unerwartet günstigen Ergebnissen in quantitativer und qualitativer Hinsicht. Die Verdaulichkeit wurde zwar nur mit 60,8% (in vivo) festgestellt. Die Wachstumskurven verliefen aber ebenso günstig wie die Milcheiweißkurven (komplettes Magermilchpulver), was wir bisher bei keinem Eiweiß von höheren Pilzen (Champignon), Hefen, Schimmelpilzen (z. B. Penicillium notatum) oder Bakterien feststellen konnten (nur mit Cystin-Zulage bei Bierhefen). Wichtiger erscheint uns, daß bei den Versuchen innerhalb von 120 Tagen kein einziges der 20 Tiere einging, an alimentärer Lebernekrose starb, was unter ähnlichen Versuchsbedingungen[2]) bei den Arbeiten mit dem Eiweiß von höheren Pilzen, Hefen, Schimmelpilzen und Bakterien, also bei heterotrophen Mikroben, mehr oder weniger häufig eintrat, ja sogar bei Milcheiweiß (Magermilchpulver) immer wieder einmal vorkam. Die bisher bekannten antinekrogenen Wirkungskomponenten (Thioaminosäureeffekt, Tocopheroleffekt, Aureomycineffekt) scheinen somit in dem Algenmaterial in hinreichendem Maße vorzuliegen, doch sind hier unsere Teste zur Differenzierung noch nicht alle abgeschlossen.

Der Verlauf der langfristigen (120 Tage) und damit vielsagenden Aufzuchtversuche an bisher 20 Ratten spricht aber auch dafür, daß das Protein der einzelligen Alge Scenedesmus obliquus ein dem tierischen Eiweiß (Milcheiweiß) praktisch gleichwertiges Nahrungseiweiß, jedenfalls bezüglich der biologischen Qualität und für diese Tierart, darstellt; es erwies sich nach unseren Versuchen offenbar besser als in den mehr orientierenden Versuchen (mit Chlorella-Arten) amerikanischer und englischer Forscher, bei denen, wie selbst gesagt wird, mit relativ zu wenig Tieren und vor allem nur zu kurzfristig gearbeitet wurde.

Daß es sich bei unseren Versuchen um kein zufälliges Ergebnis handelt, können wir wohl als sicher annehmen, denn es wurden in den 120 Tagen vier verschiedene vorher analysierte Chargen aus Scenedesmus-Pulver aus Freilandkulturen (open air cultures) stammend, Ernten verschiedener Monate, zur Bereitung der Futtergemische genommen.

Das zum Vergleich verwendete Magermilchpulver, von dem angenommen werden kann, daß es, ebenso wie andere Milchkonserven, durch Altern an biologischem Wert, z. B. infolge Veränderung an seinem Bestand an essentiellen Aminosäuren verliert, wurde etwa alle 14 Tage frisch bezogen. Damit ist von vornherein der mögliche Einwand, daß das für die Algen günstige Resultat durch Vergleich mit zu lange gelagertem Magermilchpulver vorgetäuscht sein könnte, widerlegt.

Auch das Tiermaterial war einwandfrei und stammte aus mehrjähriger eigener Inzucht, wobei jeweils Geschwistertiere für den Algenversuch und den parallel laufenden Milcheiweißversuch eingesetzt wurden.

Die Bedeutung der einzelligen Algen im Haushalt der Natur, besonders für die Fruchtbarkeit und das Leben der Gewässer, wird durch diese Feststellung unterstrichen. Aber auch das noch reichlich umstrittene Problem einer großtechnischen Massenzucht einzelliger autotropher Organismen unter Ausnutzung der praktisch wertlosen Kohlensäure der Abgase, dem man bei der Sicherung der Ernährung von Tier und Mensch auf unserem immer mehr sich übervölkernden Planeten eine gewisse Bedeutung für die Zukunft zumißt, erhält durch diese Ergebnisse eine weitere positive Untermauerung.

*Universität Köln, Institut für Gärungswissenschaft und Enzymchemie.*

HERMANN FINK, ILSE SCHLIE und ELISABETH HEROLD.

Eingegangen am 6. Februar 1954.

*) IX. Mitt. Biochem. Z. **323**, 389 (1953). X. Mitt. Brauwissenschaft (im Druck).

[1]) GUMMERT, F., M.-E. MEFFERT u. H. STRATMANN: Unsterile large-scale culture of Chlorella in greenhouse and open air, Algal Culture (*Monographie*), Carnegie Inst. Publ., S. 600, 1953. Edited by John S. Burlew. — Zusammenfassung der einschlägigen Literatur in oben erwähnter Monographie.

[2]) Bezüglich der Methodik sei auf unsere letzten Veröffentlichungen verwiesen, z. B. Z. physiol. Chem. **292**, 251 (1953). Wir gaben wieder gewisse Zuschläge an Roggen- und Weizenschrot. Angesichts der geringeren Verdaulichkeit des Algen-Proteins waren sie bei der Algen-Diät etwas höher. Wir werden auf diesen Punkt in unserer ausführlichen Veröffentlichung nochmals zurückkommen.

## Zur Kenntnis der Resistenz von Solanum tuberosum gegen Phytophthora infestans de By.

Den Polyphenolen und ihren Derivaten wird von vielen Autoren eine große Bedeutung im Ablauf phytopathologischer Prozesse zugeschrieben[4]). Ihr Vorkommen und vor allem die Geschwindigkeit ihrer oxydativen Umsetzungen, welche zur Bildung von Gerbstoffen und Phlobaphenen führen können, wurde mehrfach für den Verlauf hypersensitiver Resistenzreaktionen verantwortlich gemacht. Jüngst wurde auch die Anhäufung von Polyphenolen und Gerbstoffen in phytophthora-resistenten Kartoffelknollen nachgewiesen[5]). Allerdings darf wohl kaum angenommen werden, daß die Anwesenheit von Polyphenolen oder ihrer Oxydationsprodukte die unmittelbare Ursache hypersensitiver Resistenz ist, da die

außerordentliche Spezifität der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen biotrophe Parasiten, welche auf seiten des Wirtes wie auf seiten des Parasiten durch wenige Erbfaktoren bestimmt ist, auf das Vorkommen einiger weniger Stoffe zurückgeführt werden kann[2]). Dagegen ist bekannt, daß die Phytophthora-Resistenz der Kartoffelknolle darauf beruht, daß nekrobiotische Prozesse mit wesentlich größerer Geschwindigkeit ablaufen als in anfälligen Knollen und dadurch rascher fungistatisch wirkende Stoffe von gerbstoffähnlichem Charakter in kürzester Frist in den Zellen angehäuft werden, so daß Infektionsprozesse abgestoppt werden[3]). Können wir somit in dem Auftreten von Phenolkörpern zwar nicht die primäre Resistenzursache erblicken, so muß doch das Studium ihrer Umsetzungen wertvolle Hinweise auf den Mechanismus von Resistenzreaktionen ergeben. Fermentativ gesteuerte Oxydationsprozesse sind entscheidend beteiligt, wie vor allem russische Forscher[5]) näher begründen. Werden diese Prozesse durch Alkohol-Narkose gehemmt, verlieren die Knollen resistenter Kartoffelsorten ihre Resistenz[1]). Um weitere Einblicke in diesen Reaktionsmechanismus zu erhalten, stellten wir uns die Aufgabe, die Einwirkung anderer Narkotika und Fermentgifte auf die Resistenz von Knollen der Kartoffelsorte Aquila gegen die Phytophthorarasse A näher zu studieren. Wir stellten fest, daß auch durch diese Stoffe in bestimmten Konzentrationsbereichen die Phytophthora-Resistenz gebrochen werden kann.

Die Untersuchungen, über deren Einzelheiten E. Kotte zu gegebener Zeit an anderer Stelle berichten wird, wurden mittels Vakuuminfiltration der Wirkstofflösung in Kartoffelknollengewebe und anschließender künstlicher Infektion mit Phytophthora durchgeführt. Tabelle 1 gibt einen Auszug der wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungsreihen.

*Tabelle 1.*

| | Verträglichkeitsgrenze Mol | Resistenzabbau Konz. Mol | Resistenzabbau Grad | Phytophth. Hemmung bei Mol |
|---|---|---|---|---|
| Natriumacid | $10^{-3}$ | $10^{-3}$ | $\frac{4}{5}$ | $10^{-4}$ |
| Kaliumcyanid | $10^{-1}$ | $10^{-3}$ | $\frac{3}{5}$ | $> 10^{-3}$ |
| Phenylurethan | $10^{-3}$ | $10^{-3}$ | $\frac{3}{5}$ | $> 10^{-3}$ |
| Natriumfluorid | $10^{-1}$ | $10^{-3}$ | 3 | $> 10^{-3}$ |
| Thioharnstoff | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | 1 | $10^{-2}$ |
| p-Nitrophenol | $10^{-3}$ | $10^{-3}$ | $\frac{3}{5}$ | $10^{-3}$ |
| Na-diäthyldithiocarbamat | $10^{-1}$ | $10^{-3}$ | $\frac{3}{5}$ | $10^{-3}$ |
| Salicylaldoxim | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $\frac{1}{5}$ | $10^{-4}$ |
| Kupferron | $10^{-4}$ | $10^{-4}$ | $\frac{1}{5}$ | $10^{-4}$ |

Spalte 2 gibt die höchste vom Kartoffelgewebe ohne Störung der Vitalität (Tetrazoliumtest) vertragene Wirkstoffkonzentration an, Spalte 3 die höchste Konzentration, welche das Wachstum von Phytophthora infestans in Agarkultur hemmt. Die eigentlichen Versuchsergebnisse bringen die Spalten 4 und 5: Zuerst sind die Wirkstoffkonzentrationen angeführt, welche maximale Resistenzminderung bewirken, daneben ist der in diesem Fall erreichte Befallsgrad verzeichnet (0 = hochresistent, d.h. starke Nekrose ohne jede Fruktifikation des Pilzes, 5 = hochanfällig, d.h. starke Fruktifikation bei langsam eintretender Nekrose).

Alle angeführten Stoffe ermöglichen in bestimmten Konzentrationen die Fruktifikation des Parasiten auf der „resistenten" Sorte, während gleichzeitig als Kontrolle durchgeführte Wasserinfiltrationen die Resistenz der Sorte Aquila nicht beeinträchtigten und Vergleichsmuster der anfälligen Sorte Erdgold den Befallsgrad 5 zeigten.

Die Intensität der Wirkung der geprüften Stoffe ist allerdings sehr verschieden; dies mag damit zusammenhängen, daß in den meisten Fällen die Wirkung auf einen engen Konzentrationsbereich begrenzt ist, da die vom Wirtsgewebe noch tolerierte Konzentration — abgesehen von KCN, NaF und Thioharnstoff — mit der Konzentration maximaler Wirkung fast zusammenfällt und anzunehmen ist, daß Phytophthora infestans in geschädigtem Gewebe ungünstige Entwicklungsbedingungen vorfindet. Andererseits fällt auf, daß der Pilz in Agarkultur durch die Konzentrationen gehemmt wird, welche im resistenten Gewebe ein Wachstum ermöglichen. Es sei ferner betont, daß unter den Wirkstoffen, welche sowohl Peroxydasen als auch Polyphenoloxydasen hemmen, Natriumacid und Phenylurethan die beste Phytophthoravermehrung auf resistenten Knollen ermöglichen, während die Wirkung des Thioharnstoffs äußerst gering ist. Zugabe von Hemmstoffen für kupferhaltige Fermente, vor allem p-Nitrophenol und Natriumdiäthyldithiocarbamat, zeigt eine stärkere Wirkung als das eisenblockierende Kupferron. Kombination von Wirkstoffen der beiden Gruppen steigert die Wirkung. Auf die Möglichkeit, diese Befunde zu deuten soll hier nicht eingegangen werden. Weitere Versuche zur Klärung dieser Verhältnisse sind im Gange.

*Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz Göttingen.*

W. H. Fuchs und Eva Kotte.

Eingegangen am 8. März 1954.

[1]) Behr, L.: Phytopathol. Z. **15**, 407 (1949).
[2]) Fuchs, W. H.: Angew. Chem. **60**, 217 (1948).
[3]) Meyer, G.: Arb. biol. Reichsanst. **23**, 97 (1939).
[4]) Roemer, Th., W. H. Fuchs u. K. Isenbeck: Die Züchtung resistenter Rassen der Kulturpflanzen. Berlin 1938.
[5]) Rubin, B. A., u. E. W. Arzichowskaja: Biochemische Charakteristik der Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegenüber Mikroorganismen. Berlin: Akademie-Verlag 1953.

## Protonemablätter bei dem Laubmoos *Orthodontium germanicum*.

Der Gametophyt der Laubmoose, das eigentliche Moos, wächst mit einer dreiseitigen Scheitelzelle, der Gametophyt der Farne jedoch, das Prothallium, mit einer zweiseitigen. Als außerordentlich seltene Erscheinung gibt es bei Laubmoosen Entwicklungsstadien, die mit einer zweiseitigen Scheitelzelle wachsen: die sog. Protonemablätter.

Bei der Sporenaussaat von *Orthodontium germanicum*, einer erst vor kurzem entdeckten und wegen ihrer Verbreitung sehr in den Blickpunkt der Bryologen gerückten Art, ergab sich, daß dieses Moos Protonemablätter bildet. Sie entstehen unmittelbar am Protonema, noch bevor Moospflänzchen auftreten. Von Farnprothallien unterscheiden sich diese Protonemablätter äußerlich nur dadurch, daß sie am Grunde in das Moosprotonema übergehen. Am meisten ähneln sie noch den von Correns[1]) abgebildeten „anomalen Brutkörpern" des Laubmooses *Georgia pellucida*. — Auf die mutmaßliche Bedeutung der Protonemablätter für die Beziehungen zwischen Moosen und Farnen wird in einer ausführlichen Arbeit eingegangen werden.

*Botanisches Museum, Berlin-Dahlem.*

D. E. Meyer.

Eingegangen am 16. März 1954.

[1]) Correns, C.: Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Jena 1899. (S. 201, Fig. 122A und B.)
[2]) Goebel, K.: Organographie der Pflanzen, Teil 2: Bryophyten-Pteridophyten, 3. Aufl. Jena 1930. (§42, Abs. 3—4; 921—922.)

## Experimentelle Eliminierung der Symbionten aus den Myzetomen des Getreidekapuziners, Rhizopertha dominica F.

Der wärmeliebende Getreidekapuziner, *Rhizopertha dom.*, der vorzugsweise in den Tropen und Subtropen lebt und auf Grund seiner enormen Vermehrungsquote und Freßlust mit zu den gefürchtetsten Vorratsschädlingen zählt, ist eine Symbiose mit pflanzlichen Mikroorganismen eingegangen. Es handelt sich dabei um mehr oder minder tropfenförmige Elemente, die sich mit ihren feinen Plasmastielen zu kugeligen oder traubigen Verbänden zusammengeschlossen haben. Zwei runde bis ovale, schon embryonal angelegte Myzetome beherbergen diese pflanzlichen Gäste. Die Myzetome selbst sind in mehrere syncytiale Bezirke unterteilt und liegen bei der Imago zu beiden Seiten des Darmtraktus nahe dem vorderen Ende des Proctodaeums[3]). Die erbliche Übertragung der Mikroorganismen wird durch besonders gestaltete Infektionsformen auf dem Wege der Ovarialinfektion gewährleistet[2]).

Ziel meiner Versuche war es, eine Methode auszuarbeiten, die es gestattet, das symbiontische Bündnis experimentell zu lösen, um eventuell auf diese Weise eine Antwort über die kausalen Zusammenhänge dieser gesetzmäßigen Lebensgemeinschaft zu bekommen. Nach den bisherigen Erfahrungen der experimentellen Symbioseforschung kamen bei meinem Objekt in erster Linie Zentrifugierungsversuche, wie sie Aschner[1]) an Eiern von Kleiderläusen anwandte, und Temperaturversuche in Frage. Nachdem Zentrifugierungsversuche bisher nicht zum Erfolg führten, versuchte ich mit erhöhter Temperatur einen schädigenden Einfluß auf den Symbiontenbestand von *Rhizopertha dom.* auszuüben. Das durch seinen hauptsächlichen Lebensraum in den Tropen und

Subtropen bedingte relativ große Wärmebedürfnis des Käfers ließ von vornherein eine hohe Temperaturresistenz der Mikroorganismen und damit ein Mißlingen der Versuche erwarten. So vermehrt sich z.B. *Rhizopertha* bei 38° C und 85 bis 90% relativer Luftfeuchtigkeit, einem Temperaturbereich, der für *Calandra* und *Oryzaephilus surin.* schon tödlich wirkt, noch recht gut.

Wider Erwarten zeigten aber schon erste orientierende Versuche in dieser Richtung, daß auch bei Rhizopertha gleichbleibende erhöhte Temperatur Degenerationserscheinungen an den Myzetomen hervorzurufen imstande ist. Bei den daraufhin systematisch angelegten Temperaturversuchen wurden die bei 30° C abgelegten Eier in einen Thermostaten mit 38° C und 85 bis 90% relative Luftfeuchtigkeit gegeben und die daraus geschlüpften Larven von den Eilarven aufwärts im Abstand von 5 Tagen auf 3 bis 5 μ dicken Schnitten untersucht.

Faßt man die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zusammen, so ergibt sich, daß die Temperaturresistenz der Mikroorganismen individuell variiert. So waren in einigen Fällen die Myzetome der Eilarven schon restlos steril, während bei der Mehrzahl der unter erhöhten Temperaturbedingungen heranwachsenden Individuen die Degeneration der Bakterien sich mehr oder minder über die ganze Zeit der Entwicklung erstreckte. Daß selbst innerhalb eines Individuums eine Degenerationsvariante der Symbionten gegeben ist, erwies die immer wiederkehrende Tatsache der Assoziation völlig gesund anmutender, traubiger Riesenverbände mit künstlich induzierten Involutionsformen jeden Grades in einem Myzetom. Was die Degenerationsbilder sowohl an Bakterien als auch an den Myzetomen betrifft, ergeben sich bei beiden sehr unterschiedliche Möglichkeiten, deren Darstellung einer ausführlichen Arbeit vorbehalten sein soll. Wichtig erscheint mir der Hinweis, daß lytische Prozesse in den Myzetomen eine wesentliche Rolle spielen dürften.

Als Fazit dieser Versuche ergab sich die Symbiontenfreiheit aller bisher untersuchten $F_1$-Tiere, deren P-Generation ihre Entwicklung bei 38° C durchlaufen hatte. Bemerkenswert ist hierbei die Erscheinung, daß die Anlage der Myzetome auch dann erfolgt, wenn kein symbiontisches Erbgut, das man eventuell als induzierenden Faktor hätte ansehen können, vorhanden ist. Diese erblich fixierte Anlage steriler Myzetome läßt zweifellos auf ein hohes phylogenetisches Alter dieser Symbiose schließen. Interessant und problematisch zugleich ist die Feststellung des Schwellenwertes für die Degeneration der Symbionten, der nach vorläufigen Ergebnissen bei 33 bis 34° C liegen dürfte. Dieser Temperaturbereich soll nach GAY[4]) noch nicht einmal das Optimum für die Fortpflanzung des Getreidekapuziners darstellen.

Nach bisherigen Beobachtungen stellen sich keinerlei Ausfallserscheinungen bei symbiontenfreien Tieren ein. Vielleicht vermögen in Angriff genommene Versuche mit synthetischen Diäten einiges über den Zweck dieser geheimnisvollen Lebensgemeinschaft auszusagen.

*Zoologisches Institut der Universität München (Abteilung: Paul-Buchner-Institut für Experimentelle Symbioseforschung).*

ALOIS HUGER.

Eingegangen am 9. März 1954.

[1]) ASCHNER, M.: Parasitology **26** (1934).
[2]) BUCHNER, P.: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **1954** (im Druck).
[3]) MANSOUR, K.: Quart. J. Microsc. Sci. **77**, 245 (1934).
[4]) ZACHER, FR.: Die Mühle **1951**, H. 51/52.

## Experimentelle Erzeugung einer „Neurose" bei der Honigbiene.

Bienen (Arbeiterinnen von *Apis mellifica* L.) wurden in einer Dunkelkammer folgenden Versuchsbedingungen unterworfen: Sie wurden in die eine Öffnung eines am Boden liegenden Glasrohres (1,8 m lang, 2 cm weit) gesetzt. 1 m vor der anderen Öffnung des Rohres befand sich dicht am Boden eine Glühlampe von 100 W. Eine gleich starke Lampe befand sich 1,5 m seitlich vom Glasrohr, ebenfalls dicht am Boden. Sie wurde mit der Hand in der Weise parallel zum Glasrohr bewegt, daß für das Versuchstier die Richtungen zu den beiden Lampen gerade einen rechten Winkel bildeten.

Zunächst versuchten die Bienen wie im normalen Zweilichterversuch in der Resultanteneinstellung oder in der Richtung der näheren (seitlichen) Lichtquelle zu laufen. Sie wurden aber durch das Glas daran gehindert. Die meisten Tiere gaben diese Versuche schon nach wenigen Sekunden auf und liefen auf die vor der Öffnung des Glasrohres befindliche Lampe zu. Sobald nun die Tiere das Ende des Glasrohres erreichten, wurde das vor ihnen stehende Licht abgeschaltet. Das zweite Licht, das mit dem jeweiligen Versuchstier mitbewegt worden war, befand sich nach wie vor 90° zur Seite.

Vom Verlassen des Rohres an verhielten sich die Tiere sehr verschieden. Es ließen sich drei Reaktionstypen unterscheiden: 1. Die seitliche Lichtquelle wurde sofort direkt angesteuert (Fig. 1a). 2. Die seitliche Lichtquelle wurde auf einem Zickzack-Weg erreicht (Fig. 1b). 3. Die Bienen waren unfähig, sich normal zu bewegen, fielen um, kollerten auf den Rücken, überschlugen sich und waren auch nach Einschalten der Deckenbeleuchtung oder Öffnen der Fenster viele Minuten lang unfähig zu laufen oder gar zu fliegen (Fig. 1c). Die erwartete 4. Reaktionsweise (Fig. 1d), nämlich eine photomenotaktische Orientierung zum seitlichen Licht, also ein

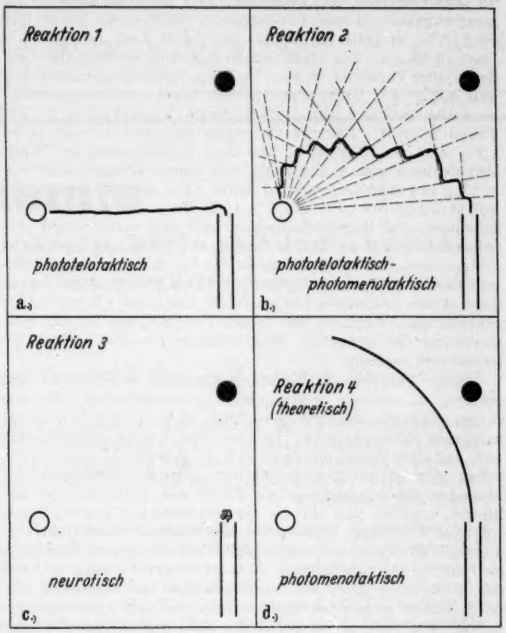


Fig. 1. Laufspuren von Bienen als Beispiele der verschiedenen Reaktionstypen (s. Text). Schwarze Punkte: die ausgeschaltete Lampe; helle Kreise: das seitliche Licht. In Fig. 1b sind auf die Lichtquelle zulaufende Linien und die dazugehörigen rechten Winkel eingezeichnet, um das Abwechseln von Telotaxis und Menotaxis zu erläutern.

auf dieses zu spiralförmig bzw. kreisförmig verlaufender Weg, wurde von keiner der untersuchten 27 Bienen gewählt. Analysiert man jedoch die Laufspuren, dann findet man, daß beim 2. Reaktionstyp (Fig. 1b) offensichtlich eine photomenotaktische Einstellung vorhanden ist. Es handelt sich sozusagen um eine Kompromißlösung aus der 1. und der (nicht verwirklichten) 4. Reaktionsform: die Bienen laufen abwechselnd photo-telotaktisch und photo-menotaktisch. Es befinden sich also zwei nervöse — oder, wenn man will, psychische — Mechanismen im Widerstreit, wobei bald der eine, bald der andere die Oberhand gewinnt.

Der bei 8 von 27 Bienen beobachtete 3. Reaktionstyp (Fig. 1c) läßt sich zwanglos damit erklären, daß die beiden Reaktionsmechanismen nicht abwechselnd, sondern gleichzeitig ausgelöst werden, wobei die so entstehende Konfliktsituation zu einem völligen Zusammenbruch der Bewegungskoordination führt; ein Geschehen, wie es von der menschlichen Psychiatrie her als „Neurose" bekannt ist.

Die Untersuchungen wurden in den Kerckhoff Laboratorien für Biologie, California Institute of Technology, Pasadena/Calif., USA., durchgeführt. Sie konnten aus Zeitmangel nicht fortgesetzt und ausgebaut werden. Vielleicht können die hier kurz mitgeteilten Beobachtungen zu einem weiteren Studium der geschilderten Reaktionen der Bienen anregen.

*Zoologisches Institut der Universität Würzburg.*

ERNST FLOREY.

Eingegangen am 26. Februar 1954.

### Über die Wirkung eines homogenen Duftfeldes auf optische Wahlen von *Drosophila hydei*.

Weibchen und Männchen von *Drosophila hydei* wurden gemeinsam in Gruppen von etwa 40 Tieren durch einen Wahlkäfig geschickt, dessen Wahlabteil an den Seitenwänden senkrechte Schwarz-Weiß-Streifenmuster von 4 bzw. 1 mm Streifenbreite hatte. Das Wahlabteil wurde vom Boden her mit Luft oder dem Duft gärenden Birnensaftes durchströmt. Die Tiere gelangten nach der Wahl in zwei Fallenabteile, aus denen sie nach Abtöten entnommen und dann ausgezählt wurden.

Zur genaueren Auswertung solcher Versuche, deren Prinzip schon früher mitgeteilt wurde[2]), wurden die Zähldaten von 38 Versuchsreihen mit insgesamt 2158 ♀♀ und 2250 ♂♂ zusammengefaßt. 4 mm Streifenbreite wählten die ♀♀ in Luft zu 55,5%, in Duft zu 66,0%; die ♂♂ in Luft zu 55,7%, in Duft zu 58,5%. Zur statistischen Kontrolle wurden die Zähldaten aller Versuche in zwei Vierfeldertafeln zusammengefaßt und mit $\chi^2$ auf Unterschied in den Wahlverhältnissen (Duft zu Luft) zwischen den verschiedenen Rasterbreiten (1 und 4 mm) geprüft. Für die ♀♀ ergab sich mit $\chi^2 = 25{,}34$ bei 1 FG ein $P \ll 0{,}001$, d.h., daß eine Verschiebung des Wahlverhältnisses von 1 auf 4 mm mit einem Irrtumsrisiko von $\ll 1\,^0/_{00}$ angenommen werden kann. Für die ♂♂ ergab sich mit $\chi^2 = 2{,}03$ bei 1 FG ein $P > 10\%$; die Annahme einer Verschiebung des Wahlverhältnisses läßt sich unter einem Irrtumsrisiko von $> 10\%$ nicht halten; es besteht kein gesicherter Unterschied. Ein Vergleich der beiden Vierfeldertafeln als Achtfelderkubus[1]) ergab mit $\chi^2 = 6{,}55$ bei 1 FG ein $P \cong 0{,}01$; es kann daher mit einem Irrtumsrisiko von etwa 1% ein unterschiedliches Verhalten der beiden Geschlechter bei der Verschiebung des optischen Wahlverhältnisses durch Duft angenommen werden.

Beim Vergleich dieser Ergebnisse mit denen von Versuchen, in welchen freifliegenden Schmeißfliegen (*Phormia regina*) optisch und/oder geruchlich unterschiedlich gekennzeichnete Fallenpaare zur Wahl geboten worden waren[2]), fällt auf, daß dort durch den Lockduft die Unterschiede der optischen Wahlen verkleinert wurden. Da sich Drosophila in ähnlichen Anordnungen grundsätzlich wie Schmeißfliegen benimmt, ergeben sich für die Duftorientierung dieser Fliegen folgende Hinweise: Da es nunmehr erwiesen ist, daß bei gleichzeitiger optischer und geruchlicher Reizung die Tendenz, sich nach optischen Marken zu richten, erhöht wird, so kann der Wahlerfolg in [2]) nicht auf gleichzeitiger Erregung der dem Geruch oder dem Gesicht übergeordneten Zentren beruhen. Die in [2]) schon geäußerte Vermutung, daß dort zunächst die optische und dann die geruchliche Anlockung wirksam werde, gewinnt so an Wahrscheinlichkeit. Weiterhin stimmt die Aktivierung für optische Eindrücke durch den Geruch gut mit der Beobachtung überein, daß bei fliegenden Insekten durch Geruchsreize bestimmte optomotorische Mechanismen ausgelöst werden[4]); wie überhaupt die Rolle des Geruchssinnes bei der Orientierung zu einer Duftquelle in hohem Maße darin besteht, nichtgeruchliche Orientierungsmechanismen zu aktivieren (z.B. auch Rheotaxis).

Die für Drosophila gefundene, größere Indifferenz der Männchen gegenüber Geruchsreizen stimmt mit den Befunden an Schmeißfliegen gut überein.

Die Arbeit wurde durchgeführt im Rahmen einer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Untersuchung.

*Zoologisches Institut der Universität Heidelberg.*

Gerolf Steiner und Reimut Wette.

Eingegangen am 16. März 1954.

[1]) Snedecor, G. W.: Statistical methods. The Iowa State College Press, Ames. Iowa, 4. Aufl. 1946.
[2]) Steiner, G.: Z. vergl. Physiol. **31**, 1 (1948).
[3]) Steiner, G.: Verh. der Dtsch. Zool. in Kiel 1948, S. 120.
[4]) Steiner, G.: Naturwiss. **40**, 514 (1953).

### Über die Häufigkeit der Rhesusfaktoren C, c, D, E und e in Berlin und Mitteldeutschland.

Für die deutsche Bevölkerung liegen bisher noch keine Beobachtungen über die Rh-Untergruppen-Verteilung vor, die mit allen fünf zur Zeit zur Verfügung stehenden Testseren gewonnen wurden. Im Robert-Koch-Institut Berlin sowie im Institut für Gerichtliche Medizin in Jena wurden deshalb unabhängig voneinander 1426 *unausgewählte* Personen mit den 5 Rhesusseren Anti-D, Anti-C, Anti-c, Anti-E und Anti-e auf ihren Rhesusphänotyp untersucht.

Bis auf die Anti-C-Seren, die in kompletter Form vorlagen, handelte es sich um Seren mit inkompletten Antikörpern. Im allgemeinen wurde jedes Antigen mit nur je einem Serum geprüft. In zweifelhaften Fällen, insbesondere bei den selteneren Rh-Phänotypen, erfolgte eine Wiederholung des Ansatzes mit je 2 bis 3 verschiedenen Testseren für jedes der 5 Antigene*).

Die Verteilung der ABO- und MN-Blutgruppen entspricht bei unserem Untersuchungsgut den für Deutschland bekannten Werten[1]). In der Tabelle 1 ist die von uns gefundene Verteilung der Rhesus-Phänotypen aufgeführt und den Befunden aus Großbritannien[2]) gegenübergestellt. Unsere Prozentzahlen sind den englischen sehr angenähert, wenn man von den selteneren Phänotypen absieht, wo sich naturgemäß leichter eine Abweichung ergibt. Auf die Angabe des dreifachen mittleren Fehlers wurde mit Rücksicht auf den Platzmangel und die Übersicht verzichtet. Die Differenzen zwischen den Werten aus Berlin, Mitteldeutschland und England sind aber nirgends statistisch signifikant.

*Tabelle 1. Häufigkeit de Rh-Phänotypen.*

| Phänotyp | Berlin | | Jena | | Zusammen | | Race/Sanger[2]) Tabelle 25 berechnet in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl | % | Zahl | % | Zahl | % | |
| ccddee . . . | 119 | 17,89 | 132 | 17,21 | 251 | 17,61 | 15,10 |
| CcD ee . . | 206 | 30,97 | 274 | 36,00 | 480 | 33,66 | 34,89 |
| CCD ee . . . | 142 | 21,36 | 133 | 17,34 | 275 | 19,28 | 18,51 |
| CcD Ee . . | 88 | 13,24 | 115 | 15,11 | 203 | 14,24 | 13,33 |
| ccD Ee . . . | 61 | 9,15 | 71 | 9,33 | 132 | 9,26 | 11,75 |
| ccD EE . . | 14 | 2,11 | 4 | 0,53 | 18 | 4,26 | 2,33 |
| CcD EE . . | 4 | 0,60 | 6 | 0,77 | 10 | 0,70 | 0,08 |
| CCD Ee . . | 2 | 0,30 | 1 | 0,13 | 3 | 0,21 | 0,21 |
| CCD EE . . | 1 | 0,15 | — | 0,00 | 1 | 0,07 | 0,00 |
| ccD ee . . . | 15 | 2,25 | 10 | 1,31 | 25 | 1,75 | 2,06 |
| Ccddee . . . | 5 | 0,75 | 7 | 0,92 | 12 | 0,84 | 0,76 |
| ccddEe . . . | 4 | 0,60 | 5 | 0,66 | 9 | 0,64 | 0,92 |
| ccddEE . . | — | 0,00 | — | 0,00 | — | 0,00 | 0,01 |
| CCddee . . | 2 | 0,30 | — | 0,00 | 2 | 0,14 | 0,01 |
| CcddEe . . | 2 | 0,30 | 3 | 0,39 | 5 | 0,34 | 0,02 |
| CcddEE . . | — | 0,00 | — | 0,00 | — | 0,00 | 0,00 |
| CCddEe . . | — | 0,00 | — | 0,00 | — | 0,00 | 0,00 |
| CCddEE . . | — | 0,00 | — | 0,00 | — | 0,00 | 0,00 |
| Summe . . | 665 | | 761 | | 1426 | | |

*Zusammenfassend* läßt sich feststellen, daß die Häufigkeit der Rh-Untergruppen in Mitteldeutschland der bisher in Europa festgestellten Verteilung entspricht, mit Ausnahme der Basken[3]) und einiger eng umschriebener Gebiete in Holland[3]) und Schweizer Gebirgstälern (Walsertal)[4]), wo aber mit dem Endogamiefaktor zu rechnen ist.

*Aus der Serologischen Abteilung des Robert-Koch-Institutes Berlin und dem Institut für Gerichtliche Medizin der Friedrich-Schiller-Universität Jena.*

H. J. Pettenkofer und G. E. Voigt.

Eingegangen am 1. Februar 1954.

*) Für die Zusendung eines zweiten Anti-e-Testserums zur Kontrolle danken wir Herrn Dr. P. Speiser (Wien) und für ein komplettes Anti-E Herrn Prof. Krah (Heidelberg).

[1]) Fischer, W.: Veröff. Volksgesundh.dienst **56**, 173 (1943).
[2]) Race, R. R., u. R. Sanger: Blood Groups in Man. Oxford 1950.
[3]) Heide, H. M. van der: W. Magnée u. J. J. van Loghem: Amer. J. Human Genet. **3**, 356 (1951).
[4]) Moor-Jankowski, J. K.: Schweiz. med. Wschr. **1953**, 1044.

### Berichtigung

zu der Kurzen Originalmitteilung „Depolarisationseffekte in polykristallin gesintertem $BaTiO_3$" von H. Kniepkamp und W. Heywang [Naturwiss. **41**, 61 (1954)]: Durch ein bedauerliches Versehen ist der Name des ersten Verfassers falsch geschrieben worden. Er heißt H. Kniepkamp.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35 Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany

## Die Unsachlichkeit der Existenzphilosophie

Vier kritische Aufsätze

Von

**Kurt Reidemeister**

IV, 40 Seiten Gr.-8°. 1954.

Englische Broschur DM 4.80

**Springer-Verlag / Berlin · Göttingen · Heidelberg**

## Iso-Debyeflex der neue

**Röntgenapparat** mit kontinuierlich konstanter Gleichspannung für Feinstruktur-Untersuchungen

in Verbindung mit Interferenz-Goniometer und Zählrohrgerät mit Universal-Registriergerät

**Rich. Seifert & Co. · Hamburg 13**

Röntgenwerk

# Physiologische Chemie

Ein Lehr- und Handbuch für Ärzte, Biologen und Chemiker

Hervorgegangen aus dem Lehrbuch der physiologischen Chemie. Von **Olof Hammarsten.** In zwei Bänden.

Erster Band: **Die Stoffe**

Herausgegeben von **B. Flaschenträger,** Alexandria. Unter Mitwirkung von **E. Lehnartz,** Münster i. Westf.

Bearbeitet von D. Ackermann, G. Blix, H. Bredereck, P. Brigl †, A. Butenandt, K. Felix, B. Flaschenträger, F. Flury †, K. Freudenberg, K. Gemeinhardt, W. Grassmann, Chr. Grundmann, F. Holtz, E. Klenk, F. Knoop †, H. Kraut, W. Kuhn, H. Müller, Th. Ploetz, F. Schneider, G. Schramm, W. Siedel, T. Thunberg, J. Trupke, R. Weidenhagen, Ä. Weischer, K. Zeile. Mit 93 Textabbildungen. VIII, 1600 Seiten Gr.-8°. 1951. Ganzleinen DM 198.—.

Inhaltsübersicht: **A. Einleitung.** Von F. Knoop †. — **B. Physikalisch-chemische Grundlagen biologischer Vorgänge.** Von W. Kuhn. I. Allgemeines über Atom- und Molekülbau sowie Radioaktivität und Röntgenstrahlen. II. Äußere Elektronenhülle in Atomen und Molekülen. III. Chemische Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht. IV. Elektrische Potentiale, Elektrolyte. V. Grenzflächen der Zelle und ihre Eigenschaften. Va. Durchlässigkeit von Membranen und Membrangleichgewichte. Vb. Oberflächenspannung. VI. Kolloidaler Zustand. VII. Die Zelle als physikalisch-chemisches System. — **C. Die anorganischen und organischen Bau-, Betriebs- und Schlackenstoffe.** Einteilung der Stoffe. Zusammensetzung des Menschen. Von B. Flaschenträger. I. Wasser. Von F. Holtz. II. Mineralstoffe. Von F. Holtz und B. Flaschenträger. III. Kohlenhydrate. I. Zucker und Verwandte. Von P. Brigl † und Th. Ploetz. 2. Polysaccharide. Von Th. Ploetz und K. Freudenberg. IV. Fette und Lipoide (Lipide). 1. Die eigentlichen Fette. 2. Phosphatide. 3. Zuckerhaltige Lipoide. 4. Wachse und andere Fettgemengteile. Von E. Klenk. 5. Steroide. Von A. Butenandt und G. Schramm. 6. Carotinoide. Von Chr. Grundmann. V. Eiweißstoffe und ihre Abbaustufen. 1. Einleitung. Von W. Grassmann. 2. Aminosäuren und Peptide. Von W. Grassmann, F. Schneider und J. Trupke. 3. Eiweißstoffe. Von G. Blix, K. Felix, W. Grassmann und J. Trupke. 4. Tierische Basen. Von D. Ackermann. VI. Purin- und Pyrimidinverbindungen. Von H. Bredereck. 1. Purine. 2. Pyrimidine. 3. Vitamin $B_1$, Aneurin. 4. Pterine. 5. Nucleinsäuren. 6. Nucleinsäurespaltende Fermente (= Nucleasen). VII. Pyrrolfarbstoffe. 1. Blutfarbstoffe, Häminfermente, Zellhämine, natürliche Porphyrine. Von K. Zeile. 2. Gallenfarbstoffe. Von W. Siedel. 3. Blattfarbstoffe. Von K. Zeile. 4. Prodigiosin. Von K. Zeile. VIII. Enzyme. 1. Allgemeiner Teil. Von W. Grassmann und J. Trupke. 2. Spezieller Teil. Von W. Grassmann, H. Kraut, H. Müller, Th. Ploetz, T. Thunberg, R. Weidenhagen und Ä. Weischer. IX. Anhang: Tierische Gifte. Von F. Flury † und K. Gemeinhardt. Namen- und Sachverzeichnis. Von J. Trupke.

"... The entire volume as such attests to extremely thorough documentation. It was difficult to discover significant on disturbing misprints. All in all, this "text" represents a revival of the excellent treatises which have always been as pecialty of the prewar German school. Some of the references reach right up to the year 1951. The book was printed by H. Stuertz, Inc., in Wuerzburg, the printers of Beilstein's Handbuch, which fact in itself is a guarentee of excellence in production. It is to be hoped that the second volume, the publication of which is tentatively promised for the autumn of 1952, will not be delayed. On its appearance and together with the present volume, biochemical research will possess a monumental and up-to-date cross section. The editor and the contributors are to be felicitated on the successful completion of this task of Sisyphus ..." *Archives of Biochemistry and Biophysics.*

*In Vorbereitung:*

Zweiter Band: **Der Stoffwechsel**

**SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG**

**Hoppe-Seyler / Thierfelder**

# Handbuch der physiologisch- und pathologisch-chemischen Analyse

Für Ärzte, Biologen und Chemiker.

Zehnte Auflage. Herausgegeben von Professor Dr. Dr. **K. Lang,** Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Universität Mainz, und Professor Dr. **E. Lehnartz,** Direktor des Physiologisch-Chemischen Instituts der Universität Münster i. Westf., unter Mitarbeit von Privatdozent Dr. Günther Siebert, Mainz.

In fünf Bänden.

## Erster Band: Allgemeine Untersuchungsmethoden, I. Teil

Mit 502 Abbildungen. XII, 762 Seiten 4°. 1953. Moleskin DM 185.—
Bei Verpflichtung zur Abnahme des gesamten Handbuches Subskriptionspreis Moleskin DM 148.—

Inhaltsübersicht: **Untersuchung von Krystallen mit dem Polarisationsmikroskop.** Von A. Rittmann, Alexandria, und B. Flaschenträger, Alexandria. — **Mikromethodik.** Von H. Lieb, Graz, und W. Schöniger, Graz. — **Elektrophorese.** Von E. Wiedemann, Basel. — **Die Ultrazentrifuge.** Von E. Hellman, Uppsala/Schweden. — **Chromatographie.** Von H. M. Rauen, Frankfurt a. M. — **Die Gegenstromverteilung.** Von H. M. Rauen, Frankfurt a. M., und W. Stamm, Frankfurt a. M. — **Mikromethoden zur Kennzeichnung organischer Stoffe und Stoffgemische.** Von L. Kofler †, Innsbruck. — **Absorption und Emission von Strahlung.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Nephelometrie.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Refraktometrie und Interferometrie.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Polarimetrie.** Von G. Kortüm und M. Kortüm-Seiler, Tübingen. — **Elektrische Leitfähigkeit.** Von G. Schmid, Köln. — **Wasserstoffionenkonzentration.** Von F. Ender, Heidelberg. — **Colorimetrische Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration.** Von W. Esselborn, Darmstadt. — **Redoxpotentiale.** Von F. Ender, Heidelberg. — Namen- und Sachverzeichnis.

## Fünfter Band: Untersuchung der Organe, Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen

Mit 44 Abbildungen. IX, 938 Seiten 4°. 1953. Moleskin DM 168.—
Bei Verpflichtung zur Abnahme des gesamten Handbuches Subskriptionspreis Moleskin DM 134.40

Inhaltsübersicht: **Untersuchung der Körperflüssigkeiten und Ausscheidungen:** Blut, Harn. Von K. Hinsberg, Düsseldorf. Liquor cerebrospinalis. Pathologische Flüssigkeitsansammlungen. Von K. Hinsberg und W. Geinitz, Düsseldorf. Speichel, Sputum. Von K. Hinsberg und G. Schmid, Düsseldorf. Magensaft und Mageninhalt. Darmsaft. Pankreassaft. Galle. Von K. Hinsberg und F. Bruns, Düsseldorf. Faeces. Von K. Hinsberg, Düsseldorf, H. D. Cremer, Mainz, und G. Schmid, Düsseldorf. Konkremente. Von K. Hinsberg und W. Geinitz, Düsseldorf. — **Untersuchung der Organe:** Von H. D. Cremer, Mainz, und J. Führ, Hamburg. Allgemeines und Normalwerte. Die einzelnen Organe: Leber. Niere und Harnorgane. Milz und lymphatische Gewebe. Lunge. Magen und Darm. Zentralnervensystem und periphere Nerven. Muskel, Herz und Uterus. Auge. Sexualorgane und Fortpflanzung. Haut, Hautsekrete, Haare und Hornsubstanzen. Bindegewebe, Fettgewebe und Gefäße. Knochen, Knochenmark, Knorpel, Gelenke und Gelenkflüssigkeit. Zähne. Innersekretorische Drüsen (ausschließlich Hormone): Hypophyse. Schilddrüse. Nebenschilddrüsen. Thymusdrüse. Nebennieren. Pankreas. Drüsen ohne endokrine Funktion; Speicheldrüsen. Brustdrüse. Bürzeldrüse. Tränendrüse und Tränen. — **Untersuchung der Milch.** Von W. Diemair, Frankfurt a. M. — **Untersuchung von Tumoren.** Von C. Dittmar, Frankfurt a. M. — **Nachweis wichtiger Arzneimittel und Gifte.** Von K. Gemeinhardt †, Berlin. — Namen- und Sachverzeichnis.

*Ferner sind in Vorbereitung:*

Zweiter Band: **Allgemeine Untersuchungsmethoden,** 2. Teil.

Dritter Band: **Bausteine des Tierkörpers,** 1. Teil.

Vierter Band: **Bausteine des Tierkörpers,** 2. Teil.

**SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG**